

**KONSTRUKSI ALAT *MOON VERIFICATOR* DAN TINGKAT
AKURASINYA DALAM RUKYATULHILAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas Dan Melengkapi Syarat Guna

Memperoleh

Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)

Dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Oleh:

FAJRULLAH

NIM: 1602046095

**PRODI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
2020**

Moh. Khasan, M.Ag.

Jl. Bukit Tunggal III C II A/8 Permata Puri Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Fajrullah

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara :

Nama : Fajrullah

NIM : 1602046095

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **Konstruksi Alat *Moon Verificator* dan Penggunaanya dalam Rukyatulhilal**

dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 28 Juni 2020

Pembimbing I



Moh. Khasan, M.Ag.

NIP.19741212 200312 1 004

Ahmad Syifaul Anam, S.H.I, M.H.

Jl. Tugurejo Timur XII RT. 05 RW. 05

No. 28 Tugurejo Kec. Tugu Kota

Semarang.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Fajrullah

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara :

Nama : Fajrullah

NIM : 1602046095

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **Konstruksi Alat *Moon Verificator* dan Penggunaanya dalam Rukyatulhilal**

dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 28 Juni 2020

Pembimbing II


Ahmad Syifaul Anam, S.H.I, M.H.

NIP.19800120 200312 1 001

MOTTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا

خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ه

“Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya, dan Dia-lah yang menetapkan tempat-tempat orbitnya, agar kamu mengetahui bilangan tahun, dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”.(Q.S. 10 [Yunus] : 5)¹

¹Dewan Penterjemah, *Al Qur'an dan Terjemahnya* (Jakarta: Yayasan Penyelenggara dan Penterjemah / Pentaftir Al Qur'an, 1971), 348.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua penulis, bapak Risalam dan ibu Rabiatal Adawiyah yang selalu menuntun, mendukung dan mendoakan setiap langkah penulis sejak kecil hingga sekarang. Juga kepada adik satu-satunya, Ahmad Faiz yang selalu menjadikan penulis termotivasi untuk terus menjadi yang lebih baik. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan keberkahan pada mereka semua. Amin.

Tak lupa juga kepada seluruh guru-guru penulis, mulai dari penulis memasuki taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi ini, khususnya kepada almahrum H.S. Muhammad Ar Rumi selaku pengasuh Pondok Pesantren Putra Akhairaat Pusat Palu, , Ustazah Zahra, Ustazad Salim yang sangat membantu penulis ketika memasuki perguruan tinggi. Beserta seluruh asatidz di lingkup Alkhairaat Pusat Palu. Semoga ilmu-ilmu yang beliau semua berikan menjadi amal jariyah yang tak henti-hentinya mengalir pahala darinya.

Kepada seluruh sahabat-sahabat penulis, terutama kepada teman-teman Cojuring 10 yang sejak pertama sampai saat ini selalu bersama-sama. Semuanya terasa istimewa bersama kalian di tanah perantauan ini. Meskipun berbeda ibu bapak, tapi kita semua sudah menjadi sebuah keluarga di tanah perantauan ini. Pastinya banyak kenangan yang tidak terlupakan bersama kalian.

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan dalam skripsi ini.

Semarang, 31 Mei 2020

Penulis

Fajrullah



NIM: 1602046095

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi Arab-Latin yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R. I. No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat dalam tabel berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Sa</i>	Ṣ	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es

ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ye
ص	<i>Sad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'Ain</i>	‘—	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Wau</i>	W	We
ه	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	—’	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (’).

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
َ	<i>Faṭḥah</i>	A	A
ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
ُ	<i>Ḍammah</i>	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latif	Nama
َئِ	<i>Faṭḥah dan ya</i>	Ai	A dan I
َؤ	<i>Faṭḥah dan wau</i>	Au	A dan U

C. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ا ... َ	<i>Faṭḥah dan alif</i>	Ā	A dan garis di atas
ي ... ِ	<i>Kasrah dan ya</i>	Ī	I dan garis di atas
و ... ُ	<i>Ḍammah dan wau</i>	Ū	U dan garis di atas

D. Ta Marbūṭah

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau memiliki harakat *faṭḥah*, *kasrah*, atau *ḍammah* menggunakan transliterasi [t], sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. Syaddah

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ﻯ) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (◌ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma'arifah* (ﻻ). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa [al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. Hamzah

Aturan transliterasi huruf *hamzah* menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi *hamzah* yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila *hamzah* terletak di awal kata, maka ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa *alif*.

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun, apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut

menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. Lafz al-Jalālah (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf *hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz al-jalālah* ditransliterasi dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedomaan ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Di era modern ini, proses Rukyatulhila dapat dilakukan menggunakan instrumen-instrumen yang akurat seperti teleskop robotik dan *theodolite*. Kedua alat ini yang paling sering digunakan oleh perukyat untuk dapat melihat Hilal pada awal Bulan Hijriah. Namun, kedua alat ini memiliki harga yang cukup mahal dan memiliki beban yang cukup berat. Dalam hal ini, penulis memberikan terobosan dan inovasi baru, yaitu *Moon Verificator*, sebuah instrumen yang terdiri dari sistem elektronika yang bisa digunakan dalam pengamatan Hilal. Biaya dalam perakitan *Moon Verificator* cukup murah dan memiliki berat yang cukup ringan yaitu 2.5 kg. Serta mikrokontroler yang digunakan pada *Moon verificator* yaitu Arduino, memiliki sifat *open source*. Yang bisa digunakan oleh semua orang dengan secara gratis.

Fokus permasalahan yang dikaji oleh penulis adalah 1). Bagaimana proses pembuatan *Moon Verificator* dengan *output* visual dan 2). Bagaimana akurasi *Moon Verificator* dengan *output* visual dalam rukyatulhila?

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, yaitu jenis penelitian yang dilakukan dengan cara memanipulasi suatu objek penelitian serta adanya Kontrol. Dikarenakan *Moon Verificator* salah satu instrumen baru dalam rukyatulhila. Dengan menggunakan metode ini akan sangat membantu penulis dalam melakukan penelitian ini. Disamping itu juga menerapkan kajian penelitian *field research* sebagai data pendukung untuk mengumpulkan data hasil observasi.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan penting. Pertama proses pembuatan *Moon Verificator* menggunakan konsep *physical computing* yaitu sebuah konsep pembuatan sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan *software* dan *hardware* yang memiliki sifat interaktif. Dan pengaplikasiannya dapat digunakan dalam desain alat atau proyek yang menggunakan sensor dan mikrokontroler. Dalam hal ini, penulis menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Kedua, *Moon Verificator* memiliki tingkat akurasi yang cukup akurat. Namun, posisi Bulan ketika dilihat pada teleskop *Moon Verificator* tidaklah berada di tengah (*center*) melainkan kadang berada pada bagian atas, bawah dan samping. Ini dikarenakan pembulatan data yang akan diinput ke dalam *Moon Verificator* dan motor servo yang digunakan hanya bisa berputar pada satuan derajat saja.

Kata kunci : *Moon Verificator, Arduino, rukyatulhila, physical computing.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah serta inayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Konstruksi Alat *Moon Verifactor* Dan Tingkat Akurasinya Dalam Rukyatulhilal” dengan segala kemudahan yang diberikannya. Salawat serta salam semoga selalu kepada Nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat dan pengikutnya yang telah memberikan suri tauladan dalam kehidupan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini dapat diselesaikan tak luput dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Moh. Khasan, M.Ag. selaku pembimbing I dan bapak Ahmad Syifaul Anam, SHI, MH. selaku pembimbing II, terimah kasih atas bimbingan dan arahan yang diberikan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis beserta keluarga, atas segala doa, perhatian, dukungan dan curahan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapan dengan kata-kata.
3. Kementerian Agama RI, yang dalam hal ini yaitu Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren atas beasiswa yang selalu diberikan selama menempuh perkuliahan ini.

4. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, beserta para Wakil Dekan, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian dan memberikan fasilitas selama masa perkuliahan.
5. Ketua Jurusan Ilmu Falak sekaligus Ketua Pengelola PBSB UIN Walisongo beserta staf-stafnya, terima kasih atas kesabaran dan kebesaran hatinya serta bimbingan dan dukungannya.
6. Kepada seluruh dosen penulis yang telah memberikan pemahaman tentang segala macam disiplin ilmu, khususnya dosen-dosen falak, bapak Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I, bapak Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag, dan bapak Agus Nurhadi selaku wali dosen penulis dan seluruh dosen-dosen maupun tokoh-tokoh ilmu falak yang telah mengenalkan penulis pada dunia ilmu falak dan terus memotivasi penulis untuk terus mendalami ilmu falak ini.
7. Keluarga besar Pondok Pesantren Putra Alkhairaat Pusat Palu, khususnya alm. H.S. Muhammad ar-Rumi.terima kasih atas segala bimbingan yang telah diberikan.
8. Keluarga besar Pondok Pesantren YPMI Al Fidaus, khususnya K.H Ali Munir, bpk. Muhtasit, bpk. Sugeng, Ust. Ihtirozum Ni'am, Ust. Andi, Ust. Sobar, Ust. Arif. Terima kasih atas ilmu dan bimbingannya.
9. Keluarga besar CSSMoRA UIN Walisongo dari seluruh angkatan, terima kasih telah memberikan wadah dan pengalaman berorganisasi yang berkesan dan akan terkenang selalu.
10. Sahabat-sahabat Conjuring 10, yang datang dari berbagai penjuru Indonesia, Lauha, Fajar, Kurni, Dul, Hary, Febri, Irkham, Risa, Husnul,

Ulum, Khoir, Sobri, Bayan, Zulfa, Alif, Try, Mundhir, Ali, Anisa, Alda, Vivi, Ayu, Akmal dan Yadi. terima kasih atas kebersamaanya selama ini. Kalian istimewa.

11. Sahabat-sahabat IKSI (Ikatan Keluarga Sulawesi), terima kasih kebersamaannya di tanah perantauan ini dan posko KKN 108 dan terima kasih juga kepada sahabat-sahabat KKN 73 posko 108, yang telah memberikan pengalaman yang luar biasa.

12. Teman-teman Mahasiswa Elektro angkatan 2015 UNTAD (Universitas Tadulako) khususnya kepada Saudara Dzikrullah, yang telah banyak membantu penulis. Mulai dari pemograman dan perakitan *Moon verifactor*. Terima kasih banyak atas ilmunya tuaka.

13. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis selama studi di Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.

Tidak ada ucapan yang dapat penulis kemukakan disini atas jasa-jasa mereka, kecuali hanya harapan semoga pihak-pihak yang telah penulis kemukakan di atas selalu mendapat rahmat dan anugrah dari Allah SWT. Demikian skripsi yang penulis susun ini sekalipun belum sempurna namun harapan penulis semoga akan tetap bermanfaat dan menjadi sumbangan yang berharga bagi khazanah keilmuan falak.

Semarang, 08 Juni 2020

Penulis

FAJRULLAH

NIM: 1602046095

DAFTAR ISI

MOTTO.....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
DEKLARASI.....	iii
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	iv
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xiv

BAB I: PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	12
C. Tujuan dan Manfaat Hasil Penelitian.....	12
D. Tinjauan Pustaka	12
E. Metodologi Penelitian	17
F. Sistematika Penulisan	20

BAB II: TINJAUAN UMUM RUKYATULHILAL

A. Pengertian Rukyatulhilar	22
B. Dasar Hukum Rukyatulhilar.....	31
C. Pendapat Ulama Tentang Rukyatulhilar.....	34
D. Problematika Dalam Rukyatulhilar	37
E. Instrumen-Instrumen Rukyatulhilar dan Pengaplikasiannya	48

BAB III: PROSES PERANCANGAN MOON VERIFICATOR DENGAN OUTPUT VISUAL DALAM RUKYATULHILAL

A. Komponen-Komponen <i>Moon Verificator</i>	57
B. Proses Instalasi Arduino ke dalam Komputer atau Laptop.....	70
C. Pemograman <i>Moon Verificator</i> dengan <i>Output Visual</i>	78

D. Perancangan <i>Moon Verificator</i> dengan <i>Output</i> Visual dan Penggunaanya dalam Rukyatulhila.....	80
BAB IV: ANALISIS AKURASI INSTRUMEN MOON VERIFICATOR DENGAN OUTPUT VISUAL DALAM PELAKSANAAN RUKYATULHILAL	
A. Penggunaan <i>Moon Verificator</i> dalam Rukyatulhila.....	89
B. Analisis Akurasi <i>Moon Verificator</i> dalam Rukyatulhila	96
BAB V: PENUTUP	
A. Kesimpulan	112
B. Saran-saran.....	113
C. Penutup.....	114
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN.....	117
DAFTAR RIWAYAT HDUP.....	118

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Istilah rukyatulhilal dalam ilmu falak merupakan istilah yang sangat populer kaitannya dengan cara penentuan awal dan akhir Bulan Ramadan. Istilah ini diambil dari beberapa hadis Nabi Muhammad SAW. Tentang perintah untuk memulai dan mengakhiri puasa Ramadan karena melihat hilal, kata rukyat ketika dirangkai menjadi rukyatulhilal maka mempunyai arti pengertian terminologis tersendiri, yaitu melihat hilal dengan mata langsung bukan dengan akal pikiran²

Kata rukyat seperti halnya kata *observation* dalam bahasa inggris. Rukyat sendiri berasal dari kata *raā*, *yaraā* menjadi *ra'yan*, *ru'yatan* yang berarti melihat dan mengamati.³Kata rukyat diartikan oleh Jumhur Ulama dalam hadis Nabi Muhammad SAW dengan arti melihat. Berikut ini hadis Nabi Muhammad SAW yang memerintahkan melakukan rukyat ketika hendak berpuasa:

حَدَّثَنِي حُمَيْدُ بْنُ مَسْعَدَةَ الْبَاهِلِيُّ حَدَّثَنَا بِشْرُ بْنُ الْمُفَضَّلِ حَدَّثَنَا سَلَمَةُ وَهُوَ ابْنُ عَلْقَمَةَ عَنْ
نَافِعٍ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الشَّهْرُ
تِسْعٌ وَعِشْرُونَ فَإِذَا رَأَيْتُمْ أَهْلَالَ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ.
(رواه مسلم)

²Zainul Arifin, *Ilmu Falak Cara Menghitung Dan Menentukan Arah Kiblat, Rashdul Kiblat, Awal Waktu Shalat, Kalender Penanggalan, Awal Bulan Qomariyah (Hisab Kontemporer)* (Yogyakarta: Lukita, 2012),85.

³Adib Bisri, Munawwir AF, *Al-Bisri Kamus Arab – Indonesia* (Surabaya: Pustaka Progressif, 1999), 229.

“Humaid bin Mas’adah Al-Bahiliy bercerita kepadaku: Bisyr bin Mufadhdhal bercerita kepada kami: Salamah bin ‘Alqamah bercerita kepada kami, dari Nafi’ dari Abdullah bin Umar, ia berkata: Saya mendengar Rasulullah SAW bersabda: “(Jumlah bilangan) bulan ada 29 (hari). Apabila kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Apabila kalian melihatnya (hilal) maka berbukalah. Namun apabila kalian terhalangi (oleh mendung), maka kadarkanlah.”(HR. Muslim)⁴

Hadis lain yang menjelaskan perintah menggenapkan bulan berjalan apabila tertutup awan sehingga tidak bisa dirukyat.

حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ يَحْيَى أَخْبَرَنَا إِسْرَاهِيمُ بْنُ سَعْدٍ عَنْ ابْنِ شِهَابٍ عَنْ سَعِيدِ بْنِ الْمُسَيَّبِ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا رَأَيْتُمُ الْهِلَالَ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَصُومُوا ثَلَاثِينَ يَوْمًا. (رواه مسلم)

“Yahya bin Yahya bercerita kepada kami: Ibrahim bin Sa’d memberi kabar kepada kami: dari Ibnu Syihab, dari Sa’id bin Musayyab, dari Abi Hurairah ra., ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: “Apabila kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Apabila kalian melihatnya (hilal) maka berbukalah. Namun apabila kalian terhalangi (oleh mendung), maka berpuasalah selama 30 hari.” (HR. Muslim)⁵

Para Ulama mempunyai penafsiran yang berbeda tentang “*faqdurū lahu*”, sebagian Ulama termasuk Imam Ahmad bin Hambal berpendapat bahwa lafal “*fāq durū lahu*” dimana ia memiliki arti “sempitkanlah dan kira-kirakanlah keberadaan bulan ada dibawah awan”. Sedangkan Imam Malik, Syafi’I, Abu Hanifah beserta jumhur Ulama, berpendapat bahwa lafal “*faq durū lahu*”

⁴ Muslim bin Hajjaj, *Shahīh Muslim*, Juz II, (Beirut: Dār Al-Kotob Al-Ilmiyah, 1992), 760.

⁵ Muslim bin Hajjaj, *Shahīh Muslim*, 762.

mempunyai arti “kira-kirakanlah dengan menyempurnakan jumlah hari pada Bulan Syakban menjadi 30 hari”.⁶

Penentuan awal Bulan dengan rukyatulhilal secara empiris juga merupakan bentuk ketaatan terhadap perintah agama, yakni Sunah Nabi SAW. Sehingga rukyatulhilal ini termasuk dalam kategori ketaatan dalam ibadah karena sebagai sarana dalam menjalankan ibadah puasa. Penetapan awal Bulan dengan rukyatulhilal atau istikmal ini dipegangi mayoritas Ulama, mulai salaf dan kontemporer. dasar dari pendapat ini adalah hadis-hadis yang diriwayatkan oleh Imam Bukhāri, Imam Muslim, Imam Abu Daud dan Imam ad-Daruqutni.⁷

Penggunaan rukyat di zaman Nabi SAW. itu adalah karena masa beliau rukyat itulah sarana yang mudah dan tersedia sementara hisab belum dikuasai. Memang diluar Jazirah Arab ilmu itu telah maju, karena astronomi merupakan cabang ilmu yang sudah tua usianya dalam peradaban manusia. Namun dalam masyarakat Arab di zaman Nabi SAW, ilmu ini belum begitu maju seperti dalam peradaban di luar Madinah dan Mekkah.⁸

Sebelum ilmu falak berkembang maju, penampakkan (*visibility*) hilal ini sangat penting dalam menentukan awal sebuah Bulan Kamariah. Teknik melihat hilal secara visual inilah yang dinamakan dengan rukyat yang menginterpretasikan hadis Nabi SAW di atas dengan pernyataan bahwa melihat hilal harus secara

⁶Jaenal Arifin, “Fiqh Hisab Rukyah Di Indonesia (Telaah Penetapan Sistem Awal Bulan Qamariyyah)”, *Jurnal Yudisia*, Vol. 5, No. 2 (Desember 2014); Scholar Google, 406.

⁷Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, 101.

⁸ Muhammad Rasyid Rida dkk, *Hisab Bulan Kamariah Tinjaun Syar'i Tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawwal Dan Dzuhijjah* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2012), 5.

visual. Akan tetapi, banyak sekali masalah yang menghambat penglihatan hilal secara visual yaitu:

- a. Kondisi cuaca (mendung, tertutup awan, dsb);
- b. Ketinggian hilal dan Matahari;
- c. Jarak Bulan dan Matahari (bila terlalu dekat, meskipun Matahari telah tenggalam di bawah ufuk, berkas sinarnya masih menyilaukan sehingga hilal tidak akan tampak);
- d. Kondisi atmosfer Bumi (asap akibat polusi , kabut, dsb);
- e. Kualitas mata pengamat;
- f. Kualitas alat (optik) untuk pengamatan;
- g. Kondisi psikologis pengamat (perukyat);
- h. Waktu dan biaya
- i. Transparansi proses.⁹

Atas dasar itulah, agar maksud dan tujuan pelaksanaan rukyatulhilal dapat tercapai secara optimal, kiranya diperlukan persiapan-persiapan yang matang, baik mengenai mental psikologis para perukyat, penyediaan data hilal (hasil hisab), serta instrumen dan perlengkapan yang memadai.¹⁰ Beberapa instrumen yang dapat membantu dalam rukyatulhilal antaranya:

Pertama, Gawang lokasi adalah sebuah alat sederhana yang digunakan untuk menentukan perkiraan posisi hilal dalam pelaksanaan rukyat. Alat ini

⁹Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*(Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 87.

¹⁰Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 173-174.

terdiri dari 2 bagian, yaitu. (1) tiang pengincar, sebuah tiang tegak terbuat dari besi yang tingginya sekitar satu sampai satu setengah meter dan pada puncaknya diberi lubang kecil untuk mengincar hilal. (2) gawang lokasi, yaitu dua buah tiang tegak, terbuat dari besi berongga, semacam pipa. Untuk menggunakan alat ini, kita harus sudah memiliki hasil perhitungan tentang tinggi dan azimuth hilal dan pada tempat tersebut harus sudah terdapat arah mata angin yang cermat.¹¹

Kedua, binokular adalah alat yang dipegang dengan tangan dan dipakai untuk membesarkan benda jauh dengan melewati tampilan dua rentetan lensa dan prisma yang berdampingan. Prisma digunakan untuk mengembalikan tampilan dan memantulkan cahaya lewat refleksi internal total. Binokular menghasilkan bayangan yang benar dan tidak terbalik seperti teleskop, dapat dikatakan binokular karena dua teleskop yang dijadikan satu, menghasilkan penglihatan 3 dimensi bagi pemakainya¹²

Ketiga, theodolite adalah alat yang digunakan untuk menentukan tinggi dan azimuth suatu benda langit. Alat ini dirancang untuk pengukuran sudut horizontal dan sudut vertikal. *Theodolite* dalam ilmu falak digunakan untuk mengukur sudut arah kiblat, ketinggian Matahari dan pengamatan benda-benda langit. *Theodolite* memiliki kelebihan dapat mengetahui arah hingga skala detik busur ($1/3.600^\circ$).

¹¹ Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012) Cet. II, 70-71.

¹² Risya Himayatika, "Teknik Rukyatul Hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul Hilal Muhammad Inwanuddin)" *Tesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2019), 25, tidak dipublikasikan.

alat ini juga dilengkapi dengan teropong dengan pembesaran lensa yang bervariasi yang dapat digunakan untuk melihat benda langit dengan jarak yang jauh.¹³

Keempat, Teleskop atau teropong adalah alat untuk melihat (*scope*) benda yang jauh (*tele*). Proses kerja alat ini adalah dengan cara mengumpulkan radiasi elektromagnetik dan sekaligus membentuk citra dari benda yang diamati. Dengan teropong yang memiliki pembesaran 5×, misalnya, maka benda akan terlihat 5× lebih dekat dibandingkan melihat dengan mata telanjang.¹⁴

Salah satu alat atau instrumen yang baru dalam rukyatulhلال adalah *Moon Verifactor*, yaitu sebuah instrumen yang berbasis elektro dan komputer dengan bantuan mikrokontroler yang bisa gunakan dalam pelaksanaan rukyatulhلال. Dalam hal ini, peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino¹⁵. Sebelum membahas lebih detail tentang Arduino, marilah kitasama-sama pahami tentang apa itu mikrokontroler?. Menurut pengertian atau istilah yang sering digunakan, mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O (*input/output*), bahkan sudah dilengkapi dengan ADC (*Analog-to-Digital Converter*) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari

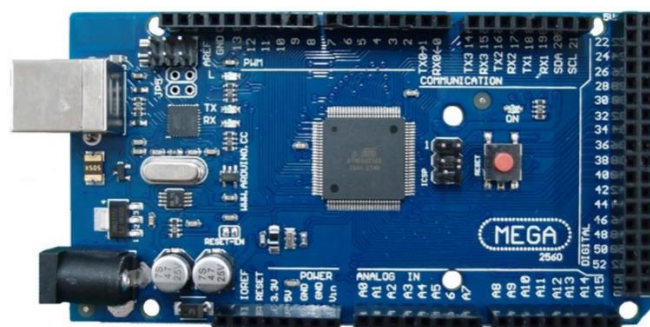
¹³Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017), 263.

¹⁴ Nofran Hermuzi, "Uji Kelayakan Bukit Cermin Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau Sebagai Tempat Rukyatulhلال (Analisis Geografis, Meteorologis Dan Klimatologis)" *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2018), 31, tidak dipublikasikan.

¹⁵ Arduino adalah mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open-source*. Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware* Arduino dan membangunnya. Arduino sering digunakan dalam Robotika, CNC, sistem otomasi dan lain-lainnya. Lihat dalam Deni Kurnia, *Belajar Sendiri Arduino Tingkat Dasar* (tt: ttp, tth), 2.

mikrokontroler adalah tersedianya RAM(*Random Access Memory*) dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.¹⁶

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh *Texas Instrument* pada tahun 1974 dengan seri TMS-1000. Mikrokontroler pertama ini merupakan mikrokontroler 4 bit. Mikrokontroler ini memiliki sebuah chip yang telah dilengkapi dengan RAM dan ROM (*Read Only Memory*). Selanjutnya, pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler 8 bit dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS-48. Untuk saat ini, telah banyak ditemui tipe-tipe mikrokontroler mulai dari 8 bit sampai dengan 64 bit. Masing-masing pabrikan (vendor) mengeluarkan mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas sehingga memudahkan pengguna (*user*) untuk merancang sebuah sistem dengan komponen luar yang relatif lebih sedikit. Dalam perkembangannya, modul atau minimum sistem dari mikrokontroler dibuat dalam bentuk chip yang lebih memudahkan pengguna untuk menggunakannya. Satu hal yang saat ini sedang atau banyak digemari oleh pengguna mikrokontroler adalah Arduino.¹⁷



Gambar 1.1: *Board* Arduino Mega 2560.

¹⁶Junaidi dan Yuliyah Dwi Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino* (Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja, 2013), 1.

¹⁷*Ibid*, 1-2.

Manfaat dari Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima *input* dari berbagai sensor atau tombol (sensor cahaya, suhu, infra merah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat mengontrol perangkat lainnya seperti mengontrol kecepatan dan arah putar motor, menyalakan LED, dan sebagainya. Keuntungan yang kita dapatkan ketika menggunakan Arduino, antara lain:

1. Harga relatif murah dibandingkan dengan mikrokontrolerlainnya dengan kelebihan yang ditawarkan.
2. Dapat digunakan pada berbagai sistem operasi *Windows, Linux, Mac*, dan lain-lain.
3. Memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami, projek Arduino sudah banyak dipelajari karena *open source*.¹⁸

Banyak sekali jenis Arduino mulai dari yang paling murah, mudah dicari, dan yang paling banyak digunakan seperti Arduino Uno, Nano, Due, Mega, Leonardo, Fio, LilyPad, Pro mini dan Micro. Karena sifatnya yang *open source*, maka banyak sekali vendor yang membuat dan menjual produk-produk berbasis Arduino. Adapun dalam penelitian ini, peneliti menggunakan Arduino Mega 2560¹⁹ sebagai komponen utama dalam pembuatan *Moon Verifier*.

¹⁸*Ibid*, 4.

¹⁹Arduino Mega 2560 adalah salah satu dari sekian jenis open source Arduino. Arduino mega 2560 ini menggunakan AVR ATmega 2560. Adapun fungsi Arduino yaitu untuk memproses dan mengolah kompas digital sehingga menghasilkan posisi hilal. Lihat dalam Aziz Zainuddin, Akhmad Hendriawan, Hary Oktavianto, *Kompas Digital Penunjuk Arah Kiblat dengan Output Visual*, (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, tth), 4.

Komponen pendukung lain *Moon Verificator* terdiri dari: Modul Kompas Digital GY-273 HMC5883L²⁰, Motor Servo MG995,²¹ LCD (*Liquid Crystal Display*) Grafik 16x2²², Potensiometer²³, Resistor 220 ohm²⁴, Kabel Jumper, Baterai, Tripod dan Tombol Push-button. Pemrograman *Moon Verificator* dilakukan didalam Arduino Mega 2560 yang merupakan pusat kontrol pada instrumen ini, Untuk memprogram Arduino, dibutuhkan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*)²⁵. IDE berfungsi untuk membuat, membuka, dan mengedit program yang akan kita masukkan ke dalam badan (*board*) Arduino. Aplikasi IDE dirancang agar memudahkan penggunaanya dalam membuat berbagai aplikasi dan sesuai dengan kebutuhan. Arduino IDE memiliki struktur

²⁰Modul kompas digital GY-273 adalah sebuah modul kompas yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin digital. Modul ini menggunakan komponen utama berupa IC HMC5883L yang merupakan IC kompas digital 3 axis yang memiliki interface berupa 2 pin I2C, modul ini biasa digunakan untuk keperluan navigasi otomatis, *mobile phone*, *netbook* dan perangkat navigasi personal. Lihat dalam Splashtronic, "Modul Kompas GY-273 HMC5883L", <https://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-kompas-gy-273-hmc5883l/>, diakses 19 Februari 2020.

²¹Motor servo atau mikro servo merupakan motor listrik dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo. Adapun motor servo MG995 merupakan jenis motor servo *standard* yang dapat berputar 180°. Lihat dalam sekitar kita blogspot, "Pengertian Motor Servo, Prinsip, Jenis Serta Kelebihan-Kelemahannya", <http://sekitarkita0.blohspt.com/2018/03/pengertian-motor-servo-dan-jenis-motor.html?m=1>, diakses 19 Februari 2020.

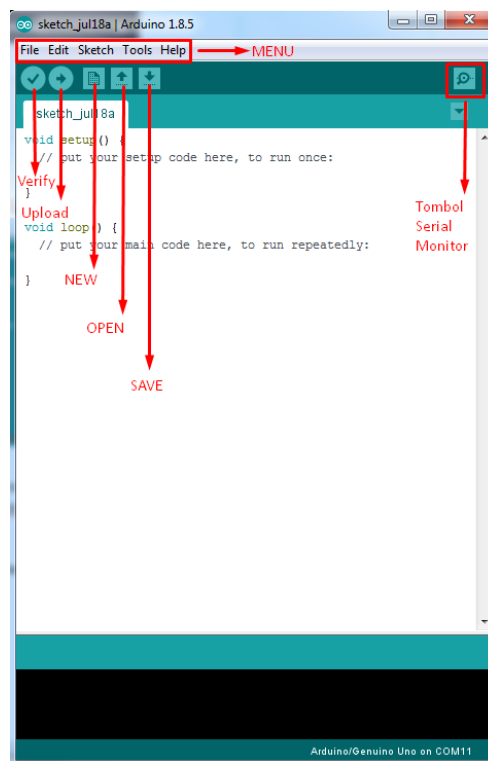
²²LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama yang berukuran 16x2 cm. LCD grafik ini berfungsi sebagai tampilan output dari sistem, yaitu berupa data arah kompas. Wikipedia, "Penampil Kristal Cair", https://id.m.wikipedia.org/wiki/Penampil_Kristal_Cair diakses 19 Februari 2020.

²³Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika atau kebutuhan pemakainya. Lihat dalam blog UNNES, "Pengertian, Fungsi Dan Prinsip Kerja Potensiometer", <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-fungsi-dan-prinsip-kerja-potensiometer/> diakses 20 Februari 2020.

²⁴Resistor adalah penahan tegangan dan arus, sesuai dengan namanya resist artinya adalah tahanan. Nilai tahanan resistor adalah ohm, makin besar nilai ohm suatu resistor maka besar nilai tahanannya. Contoh untuk LED, jika kita beri nilai tahanan 220 ohm pada LED dan dilalui tegangan 5V maka nyala LED akan terang. Jimmi Stepu, "Fungsi Resistor, Pengertian dan Contoh Rangkainnya", <https://mikroavr.com/fungsi-resistor-dan-contoh-rangkainnya/> diakses 20 Februari 2020

²⁵IDE adalah tempat untuk menulis program, meng-*compile* dan men-*upload*-nya ke dalam Arduino.

bahasapemrograman yang sederhana dan fungsi yang lengkap, sehingga mudah untuk dipelajari oleh pemula. IDE juga berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code*²⁶.



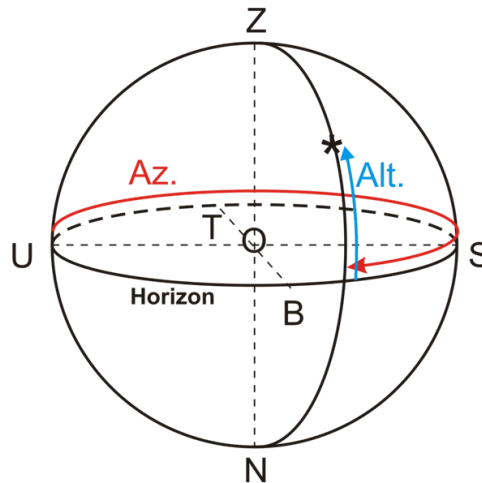
Gambar 1.2: IDE (*Integrated Development Environment*).

Seperti dengan namanya, *Moon Verificator* dirancang untuk memverifikasi dan menunjukkan posisi benda langit seperti bulan. Pemrograman instrumen ini berdasarkan Sistem Koordinat Horizontal. Yaitu, (1) *Altitude* adalah busur pada lingkaran vertikal yang diukur dari titik perpotongan antara lingkaran horizon dengan lingkaran vertikal ke arah objek benda langit. (2) *Azimuth* yaitu busur pada lingkaran horizon diukur mulai dari titik utara ke arah timur.²⁷ Kelebihan

²⁶*source code* biasa disebut dengan Sketch merupakan logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC Arduino

²⁷ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), Cet. III, 24-25.

dari *Moon Verificator* yaitu bentuknya kecil dan ramping, mudah dibawa kemana saja dan beratnya cukup ringan serta harganya cukup terjangkau dibandingkan dengan instrumen lainnya seperti *theodolit* dan teleskop yang bisa mencapai puluhan juta rupiah.



Gambar 1.3: Sistem koordinat horizontal.

Moon Verificator juga tidak membutuhkan waktu lama untuk persiapannya, tidak seperti gawang lokasi yang dalam mempersiapkannya membutuhkan waktu yang cukup lama karena harus memperhitungkan posisi peletakannya yang tepat. Di samping itu, gawang lokasi juga masih membutuhkan alat bantu lain seperti kompas untuk menentukan arah dan pembuatan peta rukyat. Karena sistemnya yang masih manual juga menjadi ruang kesalahan dalam penempatan gawang lokasi seperti posisi tiang pengincar maupun gawangnya tidak lurus.²⁸*Moon Verificator* juga diharapkan dapat menjawab tantangan zaman yang semakin maju dan berdasarkan latarbelakang diatas peneliti sangat tertarik membahasnya dalam

²⁸Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 185

bentuk penelitian skripsi yang berjudul “Konstruksi *Moon Verificator* dan Tingkat Akurasinya Visual Dalam Rukyatulhilar”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang yang dipaparkan peneliti diatas, peneliti mengkrucutkan dua pokok pembahasan agar tidak terlalu melebar. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan *Moon Verificator* dalam rukyatulhilar?
2. Bagaimana akurasi *Moon Verificator* dalam rukyatulhilar?

C. Tujuan dan Manfaat Hasil Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses pembuatan *Moon Moon Verificator*
2. Mengetahui akurasi *Moon Verificator* dalam rukyatulhilar

D. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka atau kajian literatur merupakan langkah awal peneliti untuk mengetahui dengan pasti apakah permasalahan yang dipilih untuk dipecahkan melalui penelitiannya memang betul-betul belum pernah dikaji dan diteliti oleh orang-orang terdahulu, selain itu dengan kajian literatur ini akan mempermudah dan memperlancar peneliti dalam menyelesaikan pekerjaannya, sebab dalam tonggak-tonggak tertentu saat melakukan langkah penelitiannya, peneliti perlu dan diharuskan untuk mengacu pada pengetahuan, dalil, konsep, atau ketentuan yang sudah ada sebelumnya.²⁹

²⁹ Suharsimi Arikunto, *Manajemen Penelitian* (Jakarta : Rineka Cipta, 1990) 76.

Dari penelusuran peneliti, belum pernah ada tulisan atau penelitian secara spesifik membahas tentang *Moon Verificator* sebagai instrumen yang digunakan dalam rukyatulhلال, sebab instrumen ini merupakan tawaran baru dari peneliti, sehingga belum ada yang pernah mengkaji sebelumnya. Peneliti hanya menemukan beberapa pembahasan penelitian berhubungan dengan metode-metode yang sama digunakan oleh peneliti sendiri.

Penelitian yang dilakukan oleh Aziz Zainuddin, Akhmad Hendriawan, Hary Oktavianto, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam penelitian ini Aziz dkk menggunakan Arduino Mega 1280 sebagai mikrokontroler. Dalam penelitian ini menghasilkan sebuah instrumen penunjuk arah kiblat yang menggunakan sistem global dengan teknologi GPS. Metode utama yang digunakan pada sistem ini adalah melakukan perhitungan matematik dari data GPS yang berupa posisi lintang dan bujur, kemudian membandingkan hasil perhitungannya dengan data dari kompas digital yang merepresentasikan kemana arah pengguna alat menghadap. Arah kiblat dapat diketahui dengan melihat tampilan pada LCD grafik. Ketika hasil perhitungan data latitude dan longitude GPS nilainya sama dengan data kompas digital, berarti pengguna telah menghadap ke arah kiblat. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan GPS EG-T10 dengan akurasi 15 meter dan kompas digital CMPS03 yang menggunakan sensor chip KMZ51 yang dihubungkan dengan board Arduino mega 1280, sistem ini mampu menunjukkan arah kiblat dengan nilai *Error* derajat 0.19%. Sistem yang telah dibuat ini telah memenuhi keakurasian yang ingin dicapai, yaitu 10

derajat (2.7 %) dan dengan batasan tertentu dapat diaplikasikan sebagai media dalam penentuan arah kiblat.³⁰

Ada juga penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Jumal, mahasiswa UIN Walisongo Semarang. Penelitiannya berjudul “Akurasi Data Posisi Matahari Dan Bulan Aplikasi *Islamicastro* Untuk Rukyatul hilal”. Dalam penelitian membahas tentang aplikasi *Islamicastro* karya Muhammad Faishol. Muhammad Jumal menyimpulkan bahwa Penyusunan aplikasi *Islamicastro* diambil dari berbagai algoritma sesuai dengan tahapannya. Tahap pencarian data *ephemeris* algoritma yang dipakai adalah algoritma Jean Meussbaik untuk data Matahari maupun data Bulan sementara dalam tahap perhitungan tinggi dan azimuth hilal memakai algoritma dari beberapa buku yaitu karangan Slamet Hambali, Ahmad Izzuddin, Muhyiddin Khazin dan Rinto Anugraha. secara umum akurasi data *ephemeris* yang dihasilkan dalam aplikasi *Islamicastro* telah bagus yaitu dalam orde detik. Tetapi ada yang harus digaris bawahi yaitu pada nilai akurasi *Equation of time* di bulan Maret yang mencapai selisih sampai dengan 0 menit 29,29 detik. 3. Akurasi tinggi *mar'i* baik itu dari tinggi Matahari maupun Bulan memiliki nilai yang cukup besar dengan selisih paling besar untuk Bulan yaitu 15 menit 13.99 detik sementara untuk Matahari sebesar 13 menit 33.06 detik.³¹

Selain itu ada penelitian Tesis yang dilakukan oleh Risya Himayatika, Mahasiswa Pascasarjana UIN Walisongo Semarang. “Teknik Rukyatul hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul hilal Muhammad Inwanuddin”.

³⁰Aziz Zainuddin, Akhmad Hendriawan, Hary Oktavianto, *Kompas Digital*, 1.

³¹Muhammad Jumal, “Akurasi Data Posisi Matahari Dan Bulan Aplikasi *Islamicastro* Untuk Rukyatul Hilal” *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Semarang: 2019), 8-9, tidak dipublikasikan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa Secara astronomis, hasil analisis rukyatulhilal Muhammad Inwanuddin untuk posisi hilal kurang dari 2 derajat sangat sulit untuk diamati. Sebagaimana dalam penentuan awal Muharram 1439 H dengan umur hilal 4 jam 55 menit menyebabkan bentuk hilal tipis rentan terkecoh oleh *noisy* (gangguan). Meskipun nilai elongasi sudah mencapai batas minimum 3 derajat (kriteria imkanur rukyat), kondisi langit di ufuk barat tertutup awan rendah dan matahari sebelum waktunya terbenam sudah tidak terlihat karena tertutup awan serta cahaya *syafaq* lebih kuat dari cahaya Bulan, sehingga untuk objek yang terlihat bukan hilal melainkan *noisy* (gangguan) dari hamburan sinar Matahari mengenai awan.³²

Kemudian penelitian Luqman Hakim, Rifqi Budi Raharjo dan Didik Waluyo, Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. “*Prototype Robot Untuk Menentukan Arah Kiblat Dengan Tanda Shaf Sholat*”. Dalam Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa – Karsa Cipta 2013. Lukman dkk menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler seperti yang digunakan peneliti. Sedangkan kompasnya menggunakan Kompas Digital CMPS10. Hasil pengujian alat Luqman dkk dibandingkan dengan *Software Qibla Locator* sangatlah kecil erornya hanya 0,0083325%.

Kemudian ada juga penelitian jurnal dari Fahmi Fardiyan Arief, Muchlas, Tole Sutikno, mahasiswa Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan. “Kompas Digital Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler AT89S52”. Fahmi dkk merancang Kompas Digital yang dilengkapi dengan *output* suara, sehingga para

³² Risya Himayatika “Teknik Rukyatul, vi.

penyandang tuna netra pun dapat menggunakannya. Sistem Kompas Digital dirancang berbasis mikrokontroler AT89S52, sebagai pengontrol semua *interface* dan melakukan pembacaan dari sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Kompas Digital yang dirancang dapat menunjuk arah mata angin sesuai dengan yang ditunjukkan oleh Kompas sekaligus mengeluarkan suara sesuai dengan arah yang ditunjuk.³³

Selanjutnya penelitian Mada Sanjaya, Dyah Anggaraini dan Fikri Ibrahim Nurrahman, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung, “Algoritma Arah Kiblat Al Biruni Dalam Kitab *Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin* disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino”. Penelitian ini merupakan perjumpaan khazanah keilmuan klasik dan kontemporer. Mada Sajaya dkk mengintegrasikan algoritma Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni (973-1050 M) dalam kitabnya *Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin* dengan kemajuan mikrokontroler modern. Dari algoritma tersebut, Mada Sajaya dkk mengaplikasikannya dalam sebuah instrumen yang diberi nama Q-BOT Ver. 3. Yaitu instrumen yang berbasis elektro dan digital untuk menentukan arah Kiblat secara otomatis. Instrumen ini terdiri dari Arduino 319, GPS GY-NEOM Ver. 2, Kompas tipe HMC5883L, LCD 16x2 dan *Piezeoletric Buzzer*. Dan Q-BOT Ver. 3 selain dapat menampilkan arah kiblat di LCD, juga dapat berbunyi pada saat instrument tersebut menghadap kearah kiblat. Dengan demikian, instrument ini

³³Fahmi Fardiyan Arief, Muchlas, Tole Sutikno, “Kompas Digital Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler AT89S52”, *Jurnal Telkomnika*, Vo. 6, NO. 1 (April 2008); Journal.uad, 1

dapat membantu tunanetra untuk menghadap ke arah kiblat untuk melakukan sholat dimana saja karena instrumen ini mudah dibawa kemana saja.³⁴

Berdasarkan penelusuran peneliti dari beberapa referensi di atas, belum ada penelitian atau tulisan yang membahas secara spesifik tentang *Moon Verificator* dengan *output* visual dalam Rukyatul hilal, sehingga peneliti menilai bahwa penelitian tentang metode ini layak untuk diteliti dan didalami lebih lanjut.

E. Metodologi Penelitian

1. Jenis Penelitian.

Dalam penulisan skripsi ini, peneliti menggunakan metode eksperimental. Yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya Kontrol.³⁵ Karena *Moon Verificator* ini adalah instrumen baru dalam rukyatulhilal. Dengan metode ini akan sangat membantu peneliti dalam proses pembuatan instrumen ini.

2. Sumber Data.

Dalam penelitian ini, peneliti membagi sumber data menjadi dua bagian yaitu: Data primer, diperoleh dari sumber utama yang didapat oleh peneliti melalui prosedur atau teknik pengambilan data, dalam hal ini peneliti mengambil data dengan cara melakukan kajian, mengambil referensi dari sumber-sumber terkait pemrograman Arduino lalu dianalisis dan dikembangkan menjadi metode pembuatan instrumen *Moon Verificator*. Buku utama yang dijadikan referensi adalah buku karya Deni Kurnia “Belajar Sendiri Arduino Tingkat Dasar”. Selain

³⁴Mada Sajaya, Dyah Anggraini, Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algortima Arah Kiblat Al-Biruni Dalam Kitab Tahdid Nihayat Al-Amakin Listashih Masafat Al-Masakin* (Bandung: Bolabot, 2019), Cet. III, 421.

³⁵Moh. Nazir, *Metode Penelitian* (Bogor: Ghalia Indonesia, 2017), Cet. XVII, 51.

itu, peneliti juga melakukan observasi langsung terhadap penggunaan alat *Moon Verifactor* untuk menunjukkan posisi Bulan dan membandingkan data hasil praktek tersebut dengan data hasil metode *theodolite*, agar dapat diketahui kekurangan dan kelebihanannya. Data Sekunder, dalam penelitian ini meliputi kitab-kitab, buku-buku, jurnal-jurnal, artikel-artikel, karya tulis dan seluruh dokumen yang berkaitan dengan objek penelitian.

3. Metode Pengumpulan Data.

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian, maka peneliti menggunakan dua metode pengumpulan data, yaitu : *pertama*, Observasi Yaitu metode pengumpulan data dengan mengamati langsung peristiwa yang sedang terjadi untuk mendapatkan data-data valid dari kemungkinan hal-hal, perilaku dan sebagainya saat kejadian tersebut berlangsung.³⁶ Pengamatan ini dilakukan peneliti dengan mempraktekkan instrumen *Moon Verifactor* dalam rukyatul hilal, mengolah data-data yang didapat dari hasil pengamatan. Hasil yang didapatkan peneliti dalam observasi langsung adalah berupa data matematis hasil praktek pengukuran menggunakan *Moon Verifactor*..

Kedua, studi dokumen merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen yang terpercayasehingga membentuk kajian yang sistematis dan padu. Hasil penelitian akan lebih dapat dipercaya jika didukung oleh dokumen, teknik dokumentasi ini digunakan untuk mengumpulkan data dari sumber non insani.³⁷ Dalam penelitian ini hasil

³⁶ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2001), Cet. III, 36.

³⁷ Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif Teori Dan Praktik* (Jakarta: Bumi Aksara, 2013), 176.

dokumentasi yang dilakukan peneliti adalah mengumpulkan referensi berkaitan dengan rumus-rumus pemograman Arduino, adapun mengenai data pendukung observasi, peneliti menyajikan dokumentasi tambahan berupa gambar-gambar fisik *Moon Verificator*, komponen-komponen *Moon Verificator* hingga data hasil praktek lapangan.

Ketiga, wawancara adalah salah satu metode atau cara untuk menggali data dari para informan atau orang yang diwawancarai.³⁸ Dalam hal ini peneliti akan melakukan wawancara dengan Mada Sanjaya sebagai ahli robotik yang telah memiliki pengalaman serta penemuan di dunia robotik pada bidang ilmu falak.

4. Metode Analisis Data.

Metode analisis data yang digunakan peneliti adalah deskriptif analitis. Yaitu suatu teknik analisis data dengan menggambarkan suatu peristiwa suatu hal yang berkenaan dengan data yang didapatkan.³⁹ Dalam hal ini, peneliti akan menggambarkan sebuah metode secara deskriptif mengenai konstruksi dan pengaplikasian instrumen *Moon Verificator* dengan *output* visual dalam pelaksanaan Rukyatul hilal.

Peneliti menggunakan juga metode komparatif atau perbandingan yang dilakukan dengan cara membandingkan *Moon Verificator* dengan bayang-bayang Matahari dengan menggunakan tongkat istiwa' sebelum dan sesudah zawal untuk mencari arah utara sejati, penulis juga melakukan perbandingan alat Mizwala. Dari 2 perbandingan ini akan diketahui seberapa akurat *Moon Verificator* dalam

³⁸Andi Prastowo, *Metode Penelitian Kualitatif, Dalam Prespektif Rancangan Penelitian* (Yogyakarta: ar-Ruzz Media, 2012), 201.

³⁹Saifuddin Azwar, *Metode*, 35.

menentukan utara sejati. Dengan metode komparatif ini akan diketahui keakurasian *Moon Verificator*.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan penelitian ini terbagi dalam 5 (lima) bab yang di dalamnya terdiri atas sub-sub pembahasan. Berikut adalah sistematika penulisan:

Bab Pertama adalah Pendahuluan. Pada bab ini memuat latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab kedua adalah tinjauan umum Tentang rukyatulhilal. Dalam bab ini mulai dijelaskan secara umum terkait rukyatulhilal, yang meliputi sub bab pembahasan, pengertian rukyatulhilal, dasar hukum rukyatulhilal, instrumen-instrumen rukyatulhilal dan pengaplikasiannya, pendapat ulama tentang rukyatulhilal dan problematika dalam rukyatulhilal.

Bab ketiga adalah proses pembuatan *Moon verifcator* dengan output visual dalam rukyatulhilal. Bab ini membahas beberapa sub pembahasan meliputi, pengertian *Moon Verificator*, komponen *Moon Verificator*, dan pemograman *Moon Verificator* dalam pelaksanaan rukyatulhilal.

Bab keempat adalah analisis akurasi instrumen *Moon Verificator* dengan output visual dan implementasinya. Bab ini berisi tentang pokok pembahasan dari penelitian, adapun pembahasannya ialah analisis akurasi instrumen *Moon Verificator* dengan output visual dalam pelaksanaan rukyatulhilal serta implementasinya dalam pelaksanaan rukyatulhilal.

Bab kelima adalah penutup. Dalam bab ini memuat tentang kesimpulan,
saran-sarandan penutup

BAB II

TINJAUAN UMUM RUKYATULHILAL

A. Pengertian Rukyatulhilal

Secara umum penentuan awal Bulan Kamariah didasarkan dengan dua metode yaitu rukyat dan hisab. Namun pada pembahasan ini, penulis hanya menjabarkan pembahasan rukyat saja. Kata rukyat ketika dirangkai menjadi rukyatulhilal mempunyai arti terminologis sendiri. Rukyatulhilal yaitu melihat atau mengamati hilal pada saat matahari terbenam menjelang awal Bulan Kamariah dengan mata atau teleskop.¹ Kata rukyat seperti halnya kata *observation* dalam bahasa Inggris. Rukyat sendiri berasal dari kata *raā*, *yaraā* menjadi *ra'yan*, *ru'yatan* yang berarti melihat atau mengamati.² Dalam bahasa Arab sehari-hari sebelum datangnya Islam, rukyat hanya bermakna melihat dan pengamatan biasa.³ Tetapi melalui hadis-hadis yang disampaikan Rasulullah SAW, kata ini berproses dan membentuk makna dan pengertian tersendiri yang terstruktur. Memang, kata rukyat itu bisa sekedar diartikan sebagai pengamatan dengan mata telanjang, tetapi bisa lebih dari itu, tergantung dari pemahaman orang terhadap makna tersebut. Jika pemahaman itu dilakukan dengan mempelajari dan mendalami implikasi maknawi yang terkandung dalam berbagai penggunaan kata itu dalam hadis, kata rukyat bisa berkembang menjadi metodologi.⁴

¹Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012) Cet. II, 130.

² Adib Bisri, Munawwir AF, *Al-Bisri Kamus Arab – Indonesia* (Surabaya: Pustaka Progressif, 1999), 229.

³Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), Cet. III, 113.

⁴*Ibid*, 113-114.

Aktivitas rukyat dilakukan pada saat menjelang terbenamnya Matahari pertama kali setelah ijtimak. Ijtimak terjadi apabila Matahari dan Bulan berada pada kedudukan / bujur astronomi yang sama. Dalam dunia astronomi dikenal dengan istilah konjungsi (*conjunction*) dalam bahasa Jawa disebut dengan pangkreman.⁵ Apabila hilal terlihat, maka magrib waktu setempat telah memasuki Bulan baru berikutnya. Akan tetapi, tidak selamanya hilal dapat dilihat. Jika jarak waktu antara ijtimak dengan terbenamnya Matahari terlalu pendek, maka secara ilmiah mustahil terlihat, karena iluminasi Bulan masih terlalu rendah dibandingkan dengan cahaya langit sekitarnya.⁶

Kedudukan Bulan/Hilal hasil perhitungan sebelum dijadikan pedoman untuk pelaksanaan rukyatulhilal harus dikoreksi terlebih dahulu terhadap pengaruh parallaks geosentris⁷, refraksi cahaya oleh atmosfer Bumi, yaitu bias angkasa yang dikarenakan kepadatan udara yang melapisi Bumi (atmosfir) berbeda. Semakin dekat dengan Bumi maka refraksi semakin kuat, karena udara lebih padat dan sebaliknya. Kejadiannya seperti sebuah pensil yang dimasukkan ke dalam gelas berisi air, akan tampak seolah bagian batang pensil yang masuk ke dalam air terangkat lebih tinggi dari sebagian batang pensil di atasnya. Dan tidak pula, koreksi ketinggian pengamat di atas permukaan laut (kerendahan ufuk) dan jari-jari (semi diameter) Bulan. Semua bentuk koreksi tersebut dijumlahkan dengan ketinggian Bulan hasil perhitungan sesuai dengan pengaruhnya masing-

⁵ Noor Ahmad SS, *Nūrul Anwār Min Muntahāl Aqwāl Fi Ma'rifat Hisābis Sinīn Wal Hilāl Wa al-Khusūf Wa al-Kusūf A'la al-Haqīqi Bi Al-Tahqīq Bi Al-Rosd Al-Jadīd* (Kudus: Madrasah TBS Kudus, tth), 6.

⁶ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu falak, Pedoman Lengkap Tentang Teori Dan Praktik Hisab Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah Dan Gerhana* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 195.

⁷Dilihat dari titik pusat bumi dan permukaan bumi; disebut juga parallaks horizon.

masing. Maka dengan demikian hasil akhirnya dapat dijadikan pedoman bagi pengamat untuk melakukan pengamatan / rukyat terhadap kemungkinan munculnya Hilal.⁸

Bulan yang merupakan objek utama rukyat dalam penentuan awal Bulan Kamariah adalah satelit alami tunggal yang dimiliki Bumi yang berdiameter sekitar 2.160 mil atau 3.476 km atau seperempat ukuran Bumi. Bulan juga benda langit yang paling mencolok karena jaraknya yang dekat dari Bumi. Meskipun begitu, ukuran Bulan dan Matahari terlihat akan sama ketika dilihat dari Bumi, padahal diameter Matahari sekitar 400 kali dari diameter Bulan. Hal ini dikarenakan jarak Matahari sangat jauh yaitu sekitar 150 juta km.⁹

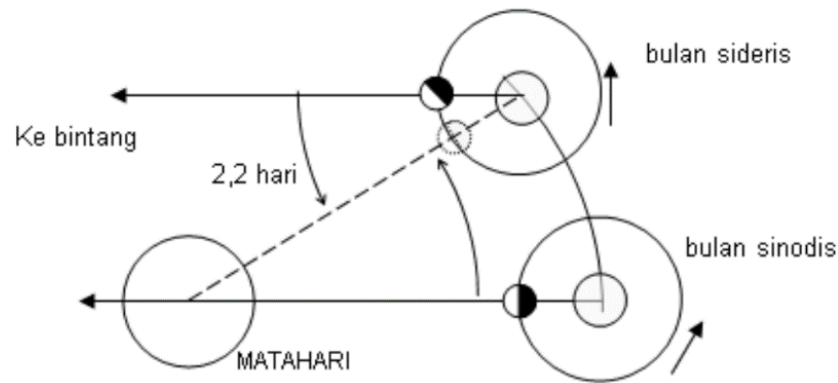
Bulan mengelilingi Bumi membutuhkan waktu 27 hari 7 jam 43 menit 11 detik atau sekitar $27 \frac{1}{3}$ hari. Waktu edar ini disebut dengan periode sideris. Adapun yang dibutuhkan oleh Bulan berada dalam suatu fase Bulan baru ke fase Bulan berikutnya adalah 29 hari 12 jam 44 menit 2 detik, periode ini disebut dengan periode sinodis. Periode sinodis inilah yang menjadi dasar penentuan awal Bulan Kamariah. Oleh karena itu, umur Bulan Kamariah bervariasi antara 29 atau 30 hari.¹⁰ Selain mengelilingi Bumi, Bulan juga berotasi mengelilinginya sumbunya dengan periode yang hampir sama dengan periode siderisnya. Dengan demikian, bagian Bulan yang menghadap Bumi akan selalu terlihat sama. Periode

⁸ M. Muslih Husen, "Hadis Kuraib Dalam Konsep Rukyatul Hilal", *Jurnal Penelitian*, Vol. 13 No. 2 (November 2016), Neliti, 214-215.

⁹Robert H. Baker, *Astronomy A Textbook For University And College Student* (New York: D. Van Nostrand Company, 1955), 113.

¹⁰*Ibid*, 119-120.

sinodis tidak sama dengan periode sideris, karena Bumi tidak tinggal diam tetapi berevolusi mengelilingi Matahari.¹¹

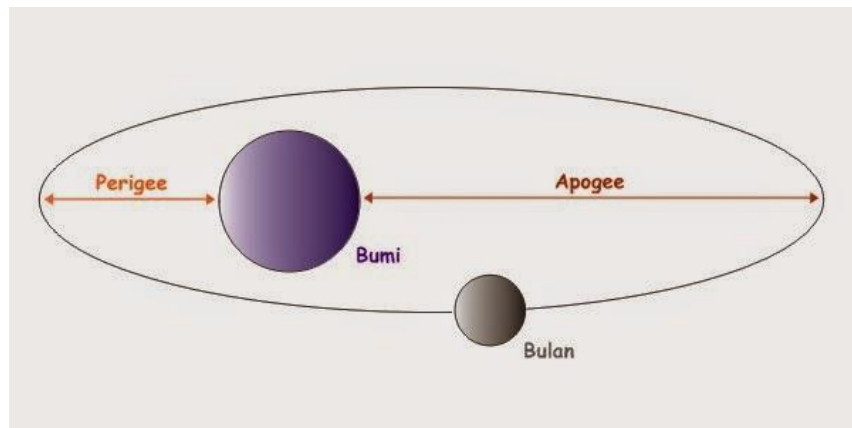


Gambar 2.1: Periode sideris dan sinodis.

Lintasan orbit Bulan pada Bumi tidaklah bulat, namun berbentuk elips. Oleh karena itu, pada siklus perputaraannya, ada saat Bulan berada pada titik terdekat dengan Bumi, siklus inilah yang disebut dengan *Lunar perigee*. Kemudian, ada juga saat Bulan berada pada jarak terjauh dengan Bumi. Hal ini disebut dengan *Lunar apogee*. Pada masa *Lunar apogee*, Bulan terlihat lebih kecil dibanding pada *Lunar perigee*. Beberapa ilmuwan telah membuktikannya dengan cara memotret Bulan dengan teleskop. *Lunar perigee* menggambarkan peristiwa mendekatnya Bulan dengan Bumi. Ketika mendekat, jaraknya bisa hanya 360.000 km. sementara ketika Bulan berada pada pada titik *apogee*, jaraknya bisa mencapai 405.000 km jauhnya.¹²

¹¹Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, 18-21.

¹² Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam Peradaban Tanpa Penanggalan, Inilah Pilihan Kita?* (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013), 27.



Gambar 2.2: *Lunar perigee* dan *Lunar apogee*.

Bulan merupakan benda langit yang tidak menghasilkan cahaya dengan sendirinya. Cahaya Bulan berasal patulan cahaya Matahari. Seperti kita lihat bersama bentuk dan cahaya Bulan akan selalu berubah-ubah, hal ini dinamakan dengan fase Bulan (*Moon's phase*) dan terulang setiap sekitar 29,5 hari, yaitu waktu yang diperlukan Bulan untuk mengelilingi Bumi.¹³ Terdapat 4 fase Bulan yang utama, yaitu: waktu Bulan Baru (*new Moon*) atau Ijtima' / Konjungsi, Seperempat Pertama (*first quarter*), Bulan purnama (*full Moon*) dan seperempat terakhir (*last quarter*).¹⁴

Selain mempunyai empat fase utama, bulan juga memiliki delapan fase yang detail. Delapan fase ini dapat dibedakan dalam proses sejak waktu Hilal (*new Moon*) muncul sampai tidak ada (tidak tampak). Pada dasarnya, ini menunjukkan delapan tahap bagian permukaan Bulan yang terkena sinar Matahari dan kenampakkan geosentris bagian yang tersinari ini yang dapat dilihat dari Bumi. penulis dalam hal ini menjelaskan delapan fase detail yang dapat berlaku diseluruh permukaan Bumi, fase-fase tersebut sebagai berikut:

¹³ *Ibid*, 28

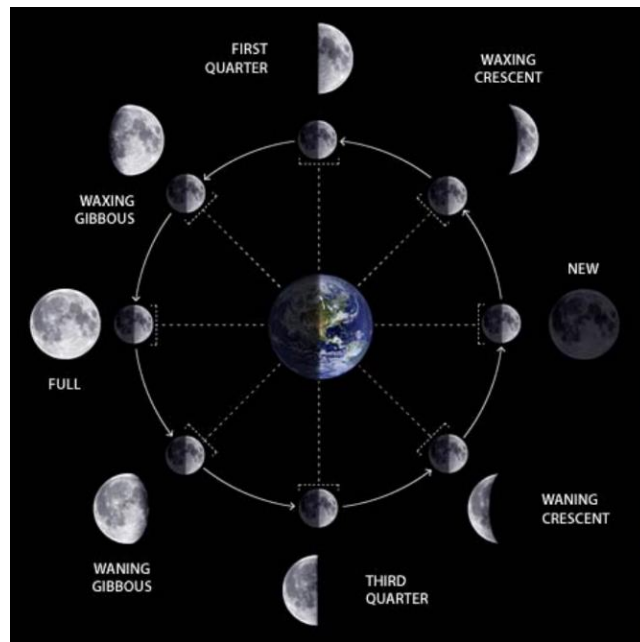
¹⁴ Jean Meus, *Astronomical Algorithms* (Virginia: Willmann Bell. Inc, 1991), 319.

1. Fase pertama yaitu pada saat Bulan berada persis di antara Bumi dan Matahari, yaitu pada saat ijtimak maka seluruh bagian Bulan tidak menerima sinar Matahari persis menghadap ke Bumi. peristiwa ini disebut dengan muhak atau Bulan mati. Begitu Bulan bergerak, maka ada bagian Bulan yang menerima sinar Matahari terlihat dari Bumi. bagian Bulan ini terlihat sangat kecil dan berbentuk sabit. Peristiwa ini disebut dengan Hilal awal Bulan. Dalam posisi (fase) ini, bersamaan dengan gerakan Bulan mengelilingi Bumi, kita melihat bagian Bulan yang terkena sinar Matahari semula kecil berbentuk sabit (*crescent*) yang semakin hari semakin besar.
2. Fase kedua ini, Bulan bergerak semakin jauh meninggalkan titik ijtimak, semakin besar pula cahaya Bulan yang tampak dari Bumi. hal ini disebabkan adanya bagian Bulan yang terkena sinar Matahari terus bertambah besar sampai pada suatu posisi di mana Bulan terlihat separuh. Ini terjadi sekitar 7 hari kemudian setelah Bulan mati, Bulan akan tampak dari Bumi dengan bentuk lingkaran. Bentuk seperti ini disebut kwartir I atau tarbi' awwal (kuartal pertama).
3. Fase ketiga terjadi setelah beberapa hari kuartal pertama, Bulan akan tampak semakin membesar. Dalam istilah astronomi, fase ini disebut *waxing gibbous Moon* atau *waxing humped Moon*.
4. Fase keempat ini sudah memasuki pertengahan Bulan (sekitar tanggal 15 Bulan Kamariah). Sampailah pada saat di mana Bulan berada pada titik opisisi dengan Matahari yaitu saat istiqbal. Pada saat ini, Bumi persis sedang berada diantara Bulan dan Matahari hampir seluruhnya terlihat dari Bumi. akibatnya

Bulan tampak seperti bulatan penuh. Peristiwa ini dinamakan badr atau Bulan purnama.

5. Pada fase kelima, sejak purnama sampai dengan terjadinya gelap total tanpa Bulan, bagian Bulan yang terkena sinar Matahari kembali mengecil di bagian sisi lain dalam proses *waxing gibbous Moon*. Dalam astronomi, proses ini disebut *waning* sehingga Bulan yang berada dalam kondisi ini dinamakan *waning gibbous Moon* atau *waning humped Moon*.
6. Fase keenam terjadi setelah sekitar 3 setelah Hilal, bagian permukaan Bulan akan tampak separuh kembali (setengah lingkaran). Namun, bagian yang tampak dari Bumi ini arahnya kebalikan dari kuartal pertama. Fase yang demikian dinamakan kuartal terakhir atau kuartal ketiga.
7. Fase ketujuh, memasuki minggu akhir keempat sejak Hilal, bentuk permukaan Bulan yang terkena sinar Matahari semakin mengecil sehingga membentuk Bulan sabit tua (*waning crescent*)
8. Fase kedelapan, pada posisi ini, Bulan berada pada arah yang sama terhadap Matahari. Bagian Bulan yang terkena sinar Matahari adalah yang membelakangi Bumi. Dengan demikian, bagian Bulan yang menghadap ke Bumi semuanya gelap. Ini merupakan kondisi tanpa Bulan.¹⁵

¹⁵ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam*, 29-34.



Gambar 2.3: Fase-fase Bulan.

Terjadinya hilal secara astronomis adalah melalui rangkaian fase-fase Bulan, yaitu ketika Bulan berada pada fase *wane* (al-mahāq) yang disebut dengan proses ijtimak atau konjungsi. Maka ketika itu, Hilal dinyatakan telah wujud meski terkadang tidak terlihat oleh mata.¹⁶ Pada kenyataannya secara astronomis saat memasuki Bulan Baru (*new Moon* atau hilal), yaitu semenjak berlakunya ijtimak, Bulan sama sekali tidak terlihat dari permukaan Bumi karena seluruh permukaan Bulan yang disinari Matahari membelakangi Bumi sedang menghadap ke bagian Bulan yang sama sekali tidak terkena sinaran Matahari.¹⁷

Bulan akan bergerak dari kedudukan ijtimaknya, dari barat ke timur dengan kadar lebih 12° sehari. Atau ringkasnya, Bulan akan bergerak dari posisi segaris itu untuk membentuk satu sudut perpishan antara Bulan, Bumi dan Matahari,

¹⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematika Penentuan Awal Bulan, Diskursus Antara Hisab dan Rukyat*, (Malang: Madani, 2014), 48.

¹⁷ *Ibid*, 49.

yang disebut dengan sudut elongasi (*arc of light*). Selanjutnya, secara bertahap permukaan Bulan yang bercahaya akan mulai kelihatan sebagai Hilal. Dari sini menjadi jelas bahwa secara astronomis, parameter yang menjadi faktor penampakan (*visibilitas*) Hilal terjadinya ijtimak atau konjugsi dan sudut elongasi.¹⁸

Selanjutnya, seperti penulis yang telah jelaskan diatas, Hilal yang merupakan acuan utama terhadap masuknya awal Bulan Kamariah memiliki beberapa kareteristik, yaitu:

1. Bulan terbenam lebih dahulu dari Matahari (Hilal masih atau sudah berada dibawah ufuk, dengan kata lain Hilal negatif). Dalam keadaan ini, Hilal dipastikan tidak terlihat dan setiap kesaksian akan ditolak.
2. Matahari terbenam terlebih dahulu dari Bulan. Dalam keadaan ini, ada kemungkinan Hilal akan terlihat, namun bergantung dengan ketinggiannya diatas ufuk.
3. Hilal terlihat setelah terbenamnya Matahari sebelum terjadinya kongjugsi. Hal ini belum terhitung sebagai Hilal akhir bulan (fenomena ini terhitung ganjil dan jarang terjadi).
4. Terjadinya konjugsi ketika terbenamnya Matahari dalam keadaan tertutup (kasyifah) alias terjadi gerhana Matahari, maka dipastikan Hilal tidak akan terlihat karena kontrasan cahaya Matahari.

¹⁸*Ibid.*

5. Bulan terbenam setelah terbenamnya Matahari, sementara itu di wilayah lain sebaliknya (dalam satu wilayah kesatuan negara). Maka dalam hal ini, setiap wilayah berlaku penetapan masing-masing berlandaskan pada hadis kuraib.¹⁹

B. Dasar Hukum Rukyatulhilal

1. Alquran

a. Surat al-Baqarah ayat 185

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنْزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَىٰ وَالْفُرْقَانِ ۚ فَمَن شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۖ وَمَن كَانَ مَرِيضًا أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ فَعِدَّةٌ مِّنْأَيَّامٍ أُخَرٍ يُدْهِئُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ وَلِتُكْمِلُوا الْعِدَّةَ وَلِتُكَبِّرُوا اللَّهَ عَلَىٰ مَا هَدَاكُم ۖ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ١٨٥

*“Bulan Ramadan adalah (bulan) yang di dalamnya diturunkan Alquran, sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang benar dan yang batil). Karena itu, barang siapa di antara kamu ada di bulan itu, maka berpuasalah. Dan barang siapa sakit dan dalam perjalanan (dia tidak berpuasa), maka (wajib menggantinya), sebanyak hari yang ditinggalkannya itu, pada hari-hari yang lain. Allah menghendaki kemudahan bagimu dan tidak menghendaki kesukaran bagimu. Hendaklah kamu mencukupkan bilangannya dan mengagungkan Allah atas petunjuk-Nya yang diberikan kepadamu, agar kamu bersyukur”.*²⁰ (Q.S. 2 [al-Baqarah] : 185)

Muhammad Ali as-Shobunī memberikan dua penafsiran mengenai ayat (fa man syahida mīnkumul syahra fal yasumhuh). *Pertama*, orang muslim yang dimaksud dalam ayat itu dapat melihat Hilal Ramadhan. *Kedua*, orang tersebut

¹⁹Abu Yazid Raisal, “berbagai Konsep Hilal di Indonesia”, Al Marshad, Vol. 4, No. 2 (Desember 2018); Neliti, 149.

²⁰Dewan Penterjemah, *Al Qur'an dan Terjemahnya* (Jakarta: Yayasan Penyelenggara dan Penterjemah / Pentaftir Al Qur'an, 1971), 45.

masih hidup saat datangnya bulan Ramadhan. Oleh karenanya, dia wajib berpuasa.²¹

b. Surat al-Baqarah ayat 189

﴿يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ ۚ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۚ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ

مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَىٰ ۚ وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَاهَا وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ

تُفْلِحُونَ ۝ ١٨٩

*“Mereka bertanya kepadamu (Muhammad) tentang bulan sabit. Katkanlah, “itu adalah (petunjuk) waktu bagi manusia dan (ibadah) haji.” Dan bukanlah suatu kebajikan memasuki rumah dari belakang, tetapi kebajikan adalah (kebajikan) orang yang bertakwa. Masukilah rumah-rumah dan pintu-pintunya, dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung” (Q.S. 2 [al-Baqarah] : 189).*²²

Muhammad Ali as-Shobunī menafsirkan kata “mawāqitu” dengan penanda waktu yang digunakan untuk mengetahui kapan pelaksanaan ibadah puasa, zakat, dan haji. Hikmah penggunaan bulan sebagai penanda waktu ibadah, bukan matahari karena pergantian bulan dalam penanggalan kamariah lebih teratur. Oleh sebab itu, terkadang bulan Ramadan jatuh pada musim panas dan di waktu yang lain jatuh pada musim dingin. Demikian pula bulan Zulhijah (waktu ibadah haji).²³

Mengenai sebab turunnya ayat di atas, Menurut Imam Jalaluddin As-Suyuthi terdapat beberapa riwayat yang menjelaskan, yaitu: pertama, riwayat Ibnu

²¹ Muhammad Ali as-Shobuniy, *Durrat at-Tafaasir* (Beirut: al-Maktabah al-‘Ashriyyah, 2008), 28.

²² Dewan Penterjemah, *Al Qur’an dan*, 46.

²³ Muhammad Ali as-Shobuniy, *Durrat at-Tafaasir*, 29.

Abi Hatim, para sahabat bertanya kepada Rasulullah tentang Bulan sabit, kemudian turunlah ayat ini. Dari riwayat Ibnu Abi Hatim, menjelaskan pertanyaan para sahabat tersebut adalah “untuk apa diciptakan Bulan sabit?”, kemudian turunlah ayat ini. Riwayat yang ke dua, dari Abu Na’im dan Abu ‘Asir, bahwasannya Mu’adz Bin jabal dan dan Tsa’labah Bin Ghanimah bertanya “ya Rasulullah, apa sebab Bulan sabit itu mula-mula kelihatan halus seperti benang kemudian bertambah besar sampai rata dan bundar, kemudian terus berkurang dan mengecil hingga kembali seperti semula dan tidak mempunyai bentuk yang tetap?”, kemudian turunlah ayat ini.²⁴

2. Hadis

Kitab *al-Mu’jam al-Mufahras Li al-Fadzi al-Hadits an-Nabawi* menyebutkan hadis-hadis yang berwawasan rukyat berjumlah 62 hadis.²⁵ Sementara itu dalam kitab *al-Mausu’ah Atraf al-Hadits an-Nabawi as-Syarif*, hadis-hadis rukyat berjumlah 28 hadis. Setelah diteliti ulang dengan bantuan computer program *Mawsua’at al-Hadits as-Syarif* yang diproduksi oleh al-Sakhr ditemukan bahwa hadis-hadis rukyat yang berkaitan dengan penentuan awal Bulan Kamariah berjumlah 56 hadis.²⁶ Kaitannya dengan kajian ini, penulis hanya memfokuskan pada 2 hadis sebagai dasar hukum. Hal ini dikarenakan, karena matan hadis-hadis rukyat yang berkaitan dengan penentuan awal Bulan Kamariah beredaksi sama dan bermakna sama.

²⁴ Jalaluddin As-Suyuthi, *Lubab Al-Nuqul Fi Asbab Al-Nuzul*, Riyadh: Al-Riyadh Al-Haditsah, 27.

²⁵ A.J. Wensinck, *Al-Mu’jam al-Mufahras Li al-Fādzi al-Hadīts an-Nabawī*, Jilid II (Leiden: E.J. Brill, 1943), 205.

²⁶ Suskinan Azhari, *Hisab Rukyat, Wacana Untuk Membangun Kebersamaan Di Tengah Perbedaan* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007), 53.

a. Hadis tentang perintah berpuasa apabila melihat Hilal

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ، عَنْ مَالِكٍ عَنْ نَافِعٍ : عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا : أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ (لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهِلَالَ، وَلَا تَفْطُرُوا حَتَّى تَرَوْهُ، فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ).

“Abdullah bin Musallamah telah bercerita kepada kami, dari Malik dari Nafi’: dari Abdullah bin Umar R.A: sesungguhnya Rasulullah SAW telah mengingatkan terkait bulan Ramadhan lalu bersabda : (Janganlah berpuasa sampai kalian melihat hilal, dan janganlah berbuka sampai kalian melihatnya pula, dan jika hilal terhalangi awan di atasmu, maka perkirakanlah).” (HR. al-Bukhārī).²⁷

b. Hadis tentang mengenapkan Bulan yang sedang berjalan

حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ يَحْيَى أَخْبَرَنَا إِبرَاهِيمُ بْنُ سَعْدٍ عَنْ ابْنِ شِهَابٍ عَنْ سَعِيدِ بْنِ الْمُسَيَّبِ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِذَا رَأَيْتُمُ الْهِلَالَ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَصُومُوا ثَلَاثِينَ يَوْمًا. (رواه مسلم)

“Yahya bin Yahya bercerita kepada kami: Ibrahim bin Sa’d memberi kabar kepada kami: dari Ibnu Syihab, dari Sa’id bin Musayyab, dari Abi Hurairah ra., ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: “Apabila kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Apabila kalian melihatnya (hilal) maka berbukalah. Namun apabila kalian terhalangi (oleh mendung), maka berpuasalah selama 30 hari.” (HR. Muslim)²⁸

C. Pendapat Ulama Tentang Rukyatulhilal

Secara lahiriah, hadis-hadis di atas menunjukkan bahwa perintah melakukan bahwa perintah melakukan rukyat itu ditunjukkan bagi setiap umat Islam. Namun,

²⁷Al-BukhārīAbī Abdillāh Muhammad bin Isma’īl, *Sahīh al-Bukhārī*, (Riyadh: Dār al-Salam, 1997), 376.

²⁸Muslim bin Hajjaj, *Shahīh Muslim*, Juz II, (Beirut: Dār Al-Kotob Al-Ilmiyah, 1992),762.

dalam realitasnya tidak demikian, tidak semua orang Muslim memulai puasa dengan melihat puasa dengan melihat Hilal terlebih dahulu, bahkan mayoritas orang berpuasa dengan melihat Hilal terlebih dahulu, bahkan mayoritas orang berpuasa berdasarkan berita tentang terlihatnya Hilal dari orang lain. Dengan kata lain, berdasarkan persaksian beberapa orang yang mengaku Hilal.²⁹

Ibnu Hajar al-Asqalani menjelaskan bahwa hadis Rasulullah SAW di atas tidak mewajibkan rukyat bagi setiap Muslim yang hendak berpuasa Ramadan, melainkan hanya ditujukan kepada salah seorang atau sebagian orang dari mereka. Rukyatulhilal cukup dilakukan oleh seorang yang adil, demikian pendapat jumhur ulama. Pendapat lain harus mengharuskan 2 orang yang adil.³⁰ As-San'ani mengatakan, bahwa hadis diatas mensyaratkan bagi setiap orang. Namun, telah terjadi ijmak yang menetapkan bahwa rukyat itu cukup dilakukan oleh seorang atau 2 orang yang adil.³¹ An-Nawawi juga menerangkan bahwa rukyat itu cukup dilakukan oleh orang yang adil di antara kaum Muslim. Tidak disyaratkan setiap orang harus melaksanakan rukyat.³²

Imam Abu al-‘Abbas ibnu Suraij, seperti dikutip oleh Ibn al-‘Arabi, mengajukan cara pengompromian antara hadis-hadis yang menggunakan kalimat “faq durū lahu” (maka kira-kirakanlah) dengan hadis-hadis yang menggunakan kalimat “fa akmilū al-‘iddah” (maka sempurnakanlah bilangan bulan) dengan mengatakan:

²⁹ Suskinan Azhari, *Hisab Rukyat*, 56.

³⁰ Ibnu Hajar as-Asqalani, *Fathu al-Bārī Syarh Shahīh al-Bukhārī*, Jilid IV (Beirut: Dār al-Fikr, 1972), 153.

³¹ As-San'ani, *Subulu as-Salām* (Beirut: Dār al-Fikr, tth), 151.

³² An-Nawawī, *Sahih Muslim Bi Syarh an-Nawawī*, Jilid VII, (Beirut: Dār al-Fikr, 1972), 190.

*Bahwa sesungguhnya sabda Nabi Muhammad SAW faq durū lahu merupakan khitab yang ditujukan pada orang-orang yang khusus memiliki kemampuan ilmu hisab, sedangkan sabda Nabi Muhammad SAW fa akmilū al-'iddah adalah yang ditujukan bagi masyarakat umum.*³³

Mengenai persoalan awal Bulan Kamariah ini pada dasarnya sumber pijakannya adalah hadis-hadis rukyah. Dimana berpangkal pada zahir hadis-hadis tersebut, para Ulama berbeda pendapat dalam memahaminya sehingga melahirkan perbedaan pendapat. Ada yang berpendapat bahwa penentuan awal Ramadan, Syawal dan Dzulhijjah harus didasarkan pada rukyah atau melihat Hilal yang dilakukan pada tanggal 29-nya. Apabila rukyah tidak berhasil dilihat, baik karena Hilal belum bisa dilihat atau karena mendung (adanya gangguan cuaca), maka penentuan awal Bulan Kamariah harus berdasarkan istikmal (disempurnakan 30 hari). Menurut mazhab ini rukyah dalam kaitannya dengan hal ini bersifat *ta'abuddi-ghair al-ma'qul ma'na*, artinya tidak dapat dirasionalkan – pengertiannya tidak dapat perluas dan dikembangkan. Sehingga pengertiannya hanya terbatas pada melihat dengan mata telanjang. Dan dengan demikian, secara mutlak perhitungan hisab falaki tidak dapat dipergunakan. Inilah yang dikenal dengan mazhab rukyah.³⁴

Ada juga yang berpendapat bahwa rukyah dalam hadis-hadis rukyah tersebut termasuk *ta'aqquli –ma'qul ma'na* artinya dapat dirasionalkan, diperluas dan dikembangkan. Sehingga ia dapat diartikan antara lain dengan mengetahui – sekalipun bersifat zanni (duagaan kuat) – tentang adanya Hilal, kendatipun tidak

³³ Ibnu Hajar as-Asqalani, *Fathu al-Bārī*, 154.

³⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab – Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya* (Semarang: Pustaka Riski Putra, 2012), Cet. II, 91-92.

mungkin dapat dilihat misalnya berdasarkan hisab falaki, inilah yang disebut dengan mazhab hisab.³⁵

Ada juga pendapat yang berupaya menjembatani kedua mazhab tersebut di atas, yaitu pendapat al-Qalyubi yang mengartikan rukyat dengan imkan rukyat (posisi hilal yang mungkin dapat dilihat). Dengan kata lain bahwa yang dimaksud rukyah adalah segala hal yang dapat memberikan dugaan kuat (zanni) bahwa Hilal telah ada di atas ufuk dan mungkin dapat dilihat. Karena itu menurut al-Qalyubi, awal Bulan Kamariah dapat ditetapkan berdasarkan hisab qathi' yang menyatakan demikian. Sehingga kaitan dengan rukyah, posisi hilal dinilai berkisar pada tiga keadaan yaitu: (1) pasti tidak mungkin dilihat (Istihalah ar-Rukyah), (2) mungkin dapat dilihat (Imkanur rukyah), (3) pasti dapat dilihat (al-Qath'u bir rukyah).³⁶

D. Problematika Dalam Rukyatulhilal

Kuantitas mazhab dalam pemikiran hisab rukyah dalam menentukan awal Bulan Kamariah di Indonesia lebih banyak dibandingkan dengan kuantitas mazhab yang berkembang di masa *fuqaha* terdahulu.³⁷ Mazhab rukyah juga mempunyai perbedaan-perbedaan pemahaman sehingga menghasilkan mazhab-mazhab kecil kecil dalamnya. Diantara perbedaannya sebagai berikut:

1. Dasar pemahaman mathala'

Perbedaan tentang penyatuan matla' dalam sejarah pemikiran Islam paling tidak dapat dilihat dari adanya perbedaan tentang keberlakuan hasil rukyah. Hal

³⁵*Ibid*, 92.

³⁶*Ibid*, 92-93.

³⁷ Ahmad Izzuddin, "Hisab Rukyah Islam Kejawa (Studi Atas Metode Hisab Rukyah Sistem Aboge)", *Jurnal Al Manahij*, Vol. 09 No. 01, (Juni, 2015), Garuda Ristekbrin, 124.

ini bermula dari perbedaan apabila Hilal berhasil dirukyah di suatu kawasan, maka apakah hasil rukyah di kawasan tersebut berlaku untuk seluruh umat Islam yang ada di seluruh dunia ataukah hanya diberlakukan untuk kaum muslim di kawasan tempat keberhasilan rukyah tersebut saja.³⁸

Mathla' berasal dari kata thala'- thūlu'añ – mathla'añ yang berarti terbit dan nampak.³⁹Kata ini kemudian dapat dibentuk menjadi mathli' dengan huruf lamyang dikasrah dan mathla'dengan huruf lam yang difathah yang memiliki makna yang berbeda. Kata bentukan pertama mathli' bermakna tempat munculnya Bulan, Bintang, atau Matahari sedangkan kata bentukan kedua mathala' bermakna waktu atau zaman munculnya Bulan, Bintang, atau Matahari. Makna ini dapat dilihat dalam Alquran surat al Kahf ayat 90 :

حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ مَطْلِعَ الشَّمْسِ وَجَدَهَا تَطْلُعُ عَلَىٰ قَوْمٍ لَّمْ جَعَلْ لَهُمْ مِّنْ دُونِهَا سِتْرًا ۝ ٩٠

“Hingga apabila dia telah sampai ke tempat terbit Matahari (sebelah timur) dia mendapati Matahari itu menyinari segolongan umat yang Kami tidak menjadikan bagi mereka sesuatu yang melindunginya dari (cahaya) Matahari itu”. (Q.S. 18 [al-Kahf] : 90)⁴⁰

Terdapat juga pada surat al-Qadr ayat 5:

سَلَّمَ هِيَ حَتَّىٰ مَطْلَعِ الْفَجْرِ ۝

³⁸ Muh. Nashirudin, “Tinjauan Fikih dan Astronomis Penyatuan Mathla’: Menelusuri pemikiran M.S. Odeh Tentang Ragam Penyatuan Mathla’”, *Ijtihad, Jurnal Wacana Hukum Islam dan Kemanusiaan*, Vol. 12, No. 2, (Desember 2012), Neliti, 183.

³⁹ Adib Bisri, Munawwir AF, *Al-Bisri Kamus*, 457.

⁴⁰Dewan Penterjemah, *Al Qur'an dan*, 457.

“Malam itu (penuh) kesejahteraan sampai terbit fajar”.(Q.S. 97 [al-Qadr] :

5)⁴¹

Terbagi dalam dua pandangan. *Pertama*, pendapat Jumhur Ulama madzhab Hanafi, Maliki, dan Hambali. Mereka berpendapat bahwa rukyah di suatu negeri berlaku untuk seluruh kaum muslimin di negeri-negeri yang lain, sehingga adanya perbedaan matla' (ikhtilāf al-mathlāli') tidak memiliki pengaruh apapun terhadap penentuan masuknya bulan baru hijriah. Pendapat *kedua* adalah pendapat Imam asy-Syafi'ī dan sejumlah ulama salaf yang berpendapat bahwa penentuan awal bulan hijriyah memperhitungkan perbedaan mathla' sehingga masing-masing negeri penetapan awal bulan didasarkan kepada hasil pengamatan Hilal di negerinya sendiri.⁴²

Kelompok pertama yang menjadikan satu dunia dalam satu kesatuan dalam penentuan awal bulan kamariah (kesatuan *mathla'* atau *ittifāq/ittihād al-matāli'*) mendasarkan pendapatnya pada keumuman hadis tentang perintah puasa. Hadis yang memerintahkan untuk memulaip puasa ditujukan untuk seluruh umat Islam di seluruh penjuru dunia. Jika ada kesaksian Hilal dapat dirukyah di satu tempat, maka kesaksian itu diberlakukan untuk seluruh umat Islam di dunia tanpa membedakan perbedaan negara dan wilayah.⁴³ Di Indonesia penganut paham ini adalah Hizbut Tahrir Indonesia. Khusus dalam penentuan awal Bulan Zulhijah adalah berdasarkan ketetapan di Makkah (Arab Saudi), sehingga rukyat harus

⁴¹ *Ibid*, 1082.

⁴² Wahbab al-Zuhaili, *al-Fiqh al-Islamī Wa Adilatuhu*, Jilid II (Damaskus: Dār al-Fikr, 1996), 605.

⁴³ Muh. Nashirudin, “Tinjauan Fikih, 184.

dilakukan di Makkah dan seluruh negara di dunia harus mengikuti ketentuan awal Bulan dari Makkah.⁴⁴

Mengenai Hizbut Tahrir di Indonesia dalam Seminar Nasional Penentuan Awal Bulan Kamariah, Merajut Ukhuwah di Tengah Perbedaan, pada tanggal 27-30 November 2008 yang diselenggarakan oleh Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah di Yogyakarta. Mereka memandang bahwa yang menjadi dasar penetapan adalah sebab syar'i untuk berpuasa dan berhari raya yaitu *rukyatul hilal bil 'ain* (melihat bulan sabit dengan mata). Sesuai dengan hadis berpuasalah kamu karena melihat hilal dan berbukalah kamu karena melihat hilal yang mempunyai pengertian yang jelas (*shariah ad-dalalah*). Dan rukyatulhilal yang dimaksud dalam pandangan HTI bukanlah rukyat lokal yang berlaku untuk satu *mathla'* (madzhab Syafi'i), melainkan rukyah yang berlaku secara global, dalam arti rukyatulhilal di salah satu negeri muslim berlaku untuk kaum Muslimin di negeri-negeri lain di seluruh dunia.⁴⁵

Kelompok kedua mendasarkan pada hadis Kuraib tentang tidak dipakainya keberhasilan rukyah Mu'awiyah yang ada di Syam oleh Ibnu 'Abbas yang saat itu berada di Madinah

عَنْ كُرَيْبٍ أَنَّ أُمَّ الْفَضْلِ بِنْتَ الْحَارِثِ بَعَثَتْهُ إِلَى مُعَاوِيَةَ بِالشَّامِ قَالَ فَقَدِمْتُ الشَّامَ فَقَضَيْتُ حَاجَتَهَا وَاسْتَهَلَّ عَلَيَّ رَمَضَانُ وَأَنَا بِالشَّامِ فَرَأَيْتُ أَهْلَ لَيْلَةِ الْجُمُعَةِ ثُمَّ قَدِمْتُ

⁴⁴ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak, Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah dan Gerhana* (Jakarta: Pustaka al-Kautsar, 2015), 195.

⁴⁵ Ahmad Izzuddin, "Dinamika Hisab Rukyat Di Indonesia", *Jurnal Istibath Hukum*, Vol. 12, No.02, (November 2015), Garuda Ristekbrin, 12.

الْمَدِينَةِ فِي آخِرِ الشَّهْرِ فَسَأَلَنِي عَبْدُ اللَّهِ بْنُ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا ثُمَّ ذَكَرَ الْهِلَالَ فَقَالَ
مَتَى رَأَيْتُمْ الْهِلَالَ فَقُلْتُ رَأَيْنَاهُ لَيْلَةَ الْجُمُعَةِ فَقَالَ أَنْتَ رَأَيْتَهُ فَقُلْتُ نَعَمْ وَرَأَاهُ النَّاسُ وَصَامُوا
وَصَامَ مُعَاوِيَةُ فَقَالَ لَكِنَّا رَأَيْنَاهُ لَيْلَةَ السَّبْتِ فَلَا نَزَالَ نَصُومُ حَتَّى نُكْمِلَ ثَلَاثِينَ أَوْ نَرَاهُ
فَقُلْتُ أَوْ لَا تَكْتَفِي بِرُؤْيَا مُعَاوِيَةَ وَصِيَامِهِ فَقَالَ لَا هَكَذَا أَمَرَنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ
وَسَلَّمَ وَشَكَ يَحْيَى بْنُ يَحْيَى فِي نَكْتَفِي أَوْ تَكْتَفِي

“Dari Kuraib, bahwa Ummul Fadhl binti Harits mengutusnyanya kepada Mu'awiyah RA ke negeri Syam. Kuraib berkata, "Maka aku berangkat menuju Syam, akupun telah memenuhi permintaannya. Lalu tibalah bulan Ramadhan, sementara aku masih berada di Syam Aku melihat hilal pada malam Jum'at, kemudian aku tiba di Madinah pada penghujung bulan (Ramadhan). Abdullah bin Abbas bertanya kepadaku sambil menyebut hilal (bulan sabit) dan berkata, 'Kapan kalian melihat hilal? Aku menjawab, 'Kami melihatnya pada malam Jumat.' Ia bertanya, 'Apakah kamu melihatnya?' Aku menjawab, 'Ya, dan orang-orang juga melihatnya. Mereka (orang-orang di Syam) berpuasa dan Mu'awiyah juga berpuasa bersama mereka.' Lalu Ibnu Abbas berkata, 'Akan tetapi kami melihatnya pada malam Sabtu, dan kami masih berpuasa hingga melengkapi 30 hari atau sampai melihatnya lagi.' Lalu aku bertanya, 'Apakah tidak cukup bagi kamu dengan ru'yah Mu'awiyah beserta puasanya?' Ia menjawab, Tidak, demikianlah Rasulullah memerintahkan kami.” (HR. Muslim).⁴⁶

Hadis Kuraib ini secara jelas menunjukkan bahwa tiap-tiap negeri berlaku rukyat masing-masing. Rukyat negeri lain tidak memadai digunakan untuk menetapkan awal puasa dan hari raya, karena Ibn Abbas tidak berpedoman kepada rukyat yang terjadi pada penduduk Syam (Damaskus).⁴⁷ Pada intinya apabila Hilal terlihat di suatu tempat maka hanya tempat atau kawasan itu saja yang dapat menjadikan keberhasilan rukyat sebagai rujukan dalam memulai atau mengakhiri

⁴⁶ Muslim, *Shahīh Muslim*, Jilid 2 (Beirut: Dār al-Fikr, 1992), 484.

⁴⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Problematisa Penentuan*, 135

Bulan Ramadan.⁴⁸ Kelompok ini berpendapat bahwa mathla' berlaku dalam satu kesatuan di Wilayah al-Hukmi atau dapat disebut dengan mathla' lokal, di Indonesia termasuk dalam mazhab ini adalah Nadhalatul Ulama.⁴⁹ Nadhalatul Ulama menjelaskan dalam forum Bahsul Masail Muktamar Nadhalatul Ulama XXX di Pondok Pesantren Lirboyo Kediri, Jawa Timur, 21-27 November 1999:

*Umat Islam Indonesia maupun Pemerintah RI tidak dibenarkan mengikuti ru'yah al-hilal internasional karena berbeda mathla' dan tidak berada dalam kesatuan hukum.*⁵⁰

Prinsip wilayah al-Hukmi ini merupakan salah satu dari tiga faham fikih. Menurut Imam Hanafi dan Maliki, kalender Kamariah harus sama di dalam satu wilayah hukum suatu Negara, inilah prinsip Wilayatu al-Hukmi. Sementara itu menurut Imam Hambali, kesamaan tanggal Kamariah harus berlaku di seluruh dunia, di bagian Bumi yang berbeda malam atau siang yang sama. Menurut Imam Syafi'i, kalender Kamariah ini hanya berlaku di tempat-tempat yang berdekatan sejauh jarak yang disebut matlak. Inilah prinsip matlak madzhab Syafi'i. Indonesia menganut prinsip wilayahul hukmi, yaitu bila Hilal terlihat dimana pun di wilayah kawasan nusantara, dianggap berlaku untuk seluruh wilayah Indonesia. Konsekuensinya, meski pun wilayah Indonesia dilewati garis penanggalan Islam internasional yang secara teknis berarti wilayah Indonesia terbagi dua bagian yang memiliki tanggal hijriah berbeda, penduduk melaksanakan puasa secara serentak, hal ini berdasarkan ketetapan Pemerintah cq. Kementerian Agama RI.⁵¹

⁴⁸ M. Muslih Husen, "Hadis Kuraib, 213.

⁴⁹ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, 195.

⁵⁰ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah, Menyatukan NU & Muhammaadiyah Dalam Penentuan Awal Ramadhan. Idul Fitri dan Idul Adha* (Jakarta: Erlangga, 2007), 12.

⁵¹ M. Muslih Husen, "Hadis Kuraib, 216.

Menurut M.S. Odeh , pemahaman atas permasalahan astronomi menjadi sangat penting agar pendapat fikih yang berkaitan dengan tema astronomi seperti persoalan mathla'tidak terlalu jauh dengan kenyataan-kenyataan ilmiah astronomis.⁵² Secara astronomis, menurut Odeh, perbedaan mathla' apabila dikaitkan dengan observasi (rukyah) Hilal, dapat dilihat dari tiga poin:

1. Kondisi rukyah hilal berbeda sesuai perbedaan garis bujur (pergerakan ke arah utara dan selatan). Artinya, wilayah yang berada dalam satu garis bujur tidak bisa dikatakan memiliki mathla' yang sama. Matahari dan hilal akan berada pada waktu terbenam yang berbeda walaupun berada pada satu garis bujur. Oleh karena itu, hilal bisa saja mustahil dilihat di satu wilayah, akan tetapi mudah dilihat di wilayah yang lain yang memiliki garis lintang yang sama akan tetapi berbeda garis bujurnya.
2. Kondisi rukyah hilal berbeda sesuai perbedaan garis lintang (pergerakan ke arah barat dan timur). Hampir sama dengan point pertama, wilayah yang berada dalam satu garis lintang juga tidak bisa dikatakan memiliki mathla' yang sama. Hilal bisa saja mustahil dilihat di satu wilayah, akan tetapi mudah dilihat di wilayah yang lain yang memiliki garis bujur yang sama akan tetapi berbeda garis lintangnya.
3. Ketinggian lokasi observasi dari permukaan air laut harus diperhatikan saat rukyah. Ketika seseorang melakukan observasi, maka ketinggian tempat observasi dari permukaan air laut sangat mempengaruhi keberhasilan rukyah. Oleh karena itu, keberhasilan rukyah tidak bisa disamakan antara satu wilayah

⁵² Muh. Nashirudin, "Tinjauan Fikih, 187.

dengan wilayah lain dengan mengabaikan ketinggian tempat dari permukaan air laut.⁵³

2. Dasar pemahaman adil

Kata adil merupakan salah satu syarat diterimanya rukyat, yaitu kesaksian yang adil. Namun kata adil saat ini melahirkan pendapat yang berbeda dalam keabsahan diterimanya rukyat. Salah contoh kasus mengenai kata adil dalam rukyat adalah dalam sidanh isbat penetapan 1 Syawal 1432 H dan sidang isbat penetapan 1 Ramadhan 1433 H. Kontroversi dalam penolakan hasil rukyat dalam isbat merupakan cermin adanya perbedaan interpretasi kata adil, terutama pada masa kini. Pemahaman pertama terjadi dalam sidang isbat dan yang dipahami oleh para ahli falak adalah bahwa kata adil seharusnya diaplikasikan dalam sistem hisabnya.⁵⁴

Contoh kasus penolakan rukyat Cakung dan Jepara pada penetapan Syawal 1432 H dan kasus penolakan rukyat Cakung pada penetapan 1 Ramadhan 1433 H lalu adalah karena keberhasilan rukyat dianggap tidak sesuai dengan hisab. Berdasarkan perhitungan matematis, hilal di bawah 2° dianggap tidak mungkin dapat dilihat. Artinya penilaian seseorang adil dalam rukyat adalah sangat terkait dengan hisab di mana hilal dapat dilihat.⁵⁵

Namun penilaim tersebut menuai masalah karena dapat mengakibatkan perbedaan persepsi dalam keabsahan penolakan kesaksian rukyat dan sebagaimana pada kasus-kasus sebelumnya bahwa Muhammadiyah yang meminta

⁵³*Ibid*, 187-188.

⁵⁴ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, 196.

⁵⁵ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam*, 76-77.

rukyat diterima dan yang lain menolak karena belum masuk imkan rukyat, hal ini karena syarat visibilitas Hilal tidak memenuhi syarat ilmiah, sedangkan pihak-pihak yang menerima rukyat sangat rentan dengan nuansa politis. Fenomena seperti ini dapat menimbulkan interpretasi bahwa ada syarat muatan politis di dalam pengambilan keputusan sidang isbat.⁵⁶

Pendapat lain memahami adil dalam rukyat adalah sebagaimana prinsip penetapan awal bulan pada umumnya yaitu rukyat dan kesaksian orang adil. Adil di sini adalah seorang muslim yang bersaksi melihat Hilal dan diambil sumpah atas keislaman dan sumpah kesaksiannya. Pemahaman tersebut merupakan pemahaman dasar yang dipahami dari hadis yang meriwayatkan kesaksian seorang badui. Paham seperti ini terlihat secara tegas dari munculnya berbagai tanggapan yang mempertanyakan mengapa kesaksian seorang yang adil bisa ditolak dari berbagai kasus dan penetapan awal Bulan Kamariah oleh Pemerintah.⁵⁷

Menurut Muhammad Ahmad Sulaiman⁵⁸ terdapat beberapa kriteria yang harus terpenuhi demi sah dan berkualitasnya kesaksian rukyat secara syarat 'ilmi, yaitu:

- a. Sehat jasmani dan rohani (akal).
- b. Jelas penglihatan.
- c. Adil dan terpercaya.
- d. Memahami teks dan konteks rukyat.⁵⁹

⁵⁶*Ibid*, 77.

⁵⁷*Ibid*.

⁵⁸Guru besar Astronomi di Ma'had al-Qawmy lil Buhuts al-Falakiyyah walGeofiziqiyyah Helwan, Mesir.

Poin a, b dan c kebanyakan orang mampu melakukannya dikarenakan pada umumnya kemampuan ini dimiliki manusia. Namun, khusus pada poin d diperlukan kedetailannya, meliputi: (1) Pemahaman lapangan; area rukyat terideal adalah pinggir laut lepas dan bebas tanpa penghalang atau tempat yang tinggi. (2) Waktu rukyat; yaitu sejak terbenam matahari setelah terjadinya konjungsi. (3) Memahami keadaan teknis Hilal; Hilal tanggal satu adalah hilal yang tanduknya mengarah ke timur, jika sedikit mengarah kebawah (barat) masih terhitung Hilal akhir Bulan, munculnya Hilal disebelah barat, area munculnya Hilal sejauh 8 derajat sebelah kanan dan kiri matahari terbenam dan 15 derajat sebelah atas terbenamnya Matahari.⁶⁰

Terdapat juga masalah lain dalam pelaksanaan rukyatulhilal, Hilal pada saat itu sangat tipis sehingga sangat sulit dilihat dengan mata telanjang, apalagi tinggi Hilal kurang dari 2°. Selain itu, ketika Matahari terbenam (*sunset*) di ufuk sebelah Barat masih memancarkan sinar berupa mega merah (*asy-Syafaq al-Ahmar*). Mega ini yang menyulitkan melihat Bulan dalam kondisi Bulan mati (*new Moon*). Kecerahan cahaya Hilal fase pertama tidak sampai 1% dibanding cahaya Bulan purnama (*full Moon*). Cahaya Hilal sangat lemah dibandingkan dengan cahaya Matahari ketika senja, sehingga teramat sulit untuk dapat mengamati Hilal yang kekuatan cahayanya kurang dari itu.⁶¹

Ditambah lagi kendala cuaca ketika pelaksanaan rukyatulhilal. Di udara terdapat banyak partikel yang dapat menghambat pandangan mata terhadap Hilal, seperti hujan, kabut, debu dan asap. Gangguan-gangguan ini mempunyai

⁵⁹Abu Yazid Raisal, “berbagai Konsep, 150-151.

⁶⁰*Ibid*, 151.

⁶¹Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, 130.

dampak terhadap pandangan pada Hilal, termasuk mengurangi cahaya, mengaburkan citra dan menghamburkan cahaya hilal. Hujan ringan akan membatasi antara 3 – 10 km dan hujan lebat akan membatasi pandangan 50-500 km. Dengan demikian, kondisi cahaya adalah faktor yang dominan mempengaruhi keberhasilan rukyatulhilal.⁶²

Seorang pakar optoelektronika dan peneliti senior LIPI, Farid Ruskanda menyimpulkan bahwa rukyat bi fi'li sangat rawan terhadap kesalahan manusiawi. Sering dinamakan *blunder* yang harus dihindari dalam sebuah proses pengamatan dan pengambilan keputusan untuk sebuah kebijakan dalam hal apapun.⁶³ Rukyat adalah observasi yang bertumpu pada proses fisik (optic dan fisiologis) dan kejiwaan (psikis). Cahaya Hilal yang ditangkap oleh retina mata akan diubah menjadi isyarat elektrik pada simpul syaraf dan dialirkan ke otak melalui urat syaraf dan dialirkan ke otak melalui urat syaraf. Berdasarkan pengetahuan atau pengalaman tentang bentuk dan warna hilal maka otak melakukan proses persepsi (*perception*) bahwa objek yang diterima oleh mata itu adalah Hilal atau suatu benda yang mirip Hilal.⁶⁴

Faktor psikologis yang sering menambah beban psikologis seorang perukyat adalah kesempatan melihat Hilal juga sebetulnya sangat pendek sekali yaitu hanya sekitar 15 menit sampai 1 jam. Tergantung ketinggian Hilal, karena Bumi terus juga berputar dari arah barat ke timur sehingga Hilal ini pun segera

⁶²*Ibid*, 130-131.

⁶³Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat*, 95.

⁶⁴Susiknan Azhari, *Ilmu Falak*, 131.

tenggelam. Tidaklah heran, karena tekanan psikologis yang sangat besar ini, di samping beban spiritual yang diemban di atas pundaknya.⁶⁵

E. Instrumen-Instrumen Rukyatulhilar dan Pengaplikasiannya

1. Theodolite

Theodolite adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut horizontal (*horizontal angle* = HA) dan sudut vertikal (*vertical angle* = VA). Alat ini banyak digunakan sebagai peranti pemetaan pada survey geologi (ilmu tentang tata letak Bumi) dan geodesi (ilmu tentang pemetaan Bumi). Dengan berpedoman pada posisi dan pergerakan benda-benda langit misalnya Matahari sebagai acuan atau dengan bantuan satelit GPS maka *theodolite* akan menjadi alat yang dapat mengetahui arah hingga skal detik busur ($1/3600^\circ$).⁶⁶

Theodolite terdiri dari sebuah teleskop kecil yang terpasang pada sebuah dudukan. Saat teleskop kecil ini bergeser maka angka kedudukan vertikal dan horizontal yang ditampilkan pada monitor secara otomatis akan berubah sesuai perubahan sudut pergerakannya. Setelah adanya *theodolite* berskala analog, maka kini banyak diproduksi *theodolite* dengan menggunakan teknologi digital sehingga pembacaan skala jauh akan lebih mudah.⁶⁷

⁶⁵Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat*, 98.

⁶⁶Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1, Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 231.

⁶⁷*Ibid.*



Gambar 2.4 = *theodolite*.

Untuk menggunakan *theodolite* dalam rukyatulhilal, langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Persiapan *theodolite*

- a. Pasang tripod dengan benar, usahakan ketiga kakinya membentuk sudut yang sama (segitiga sama sisi). Usahakan pula permukaan tripod datar.
- b. Pasang *theodolite* di atas tripod, kemudian pasang lot/statip.
- c. Kemudian, set nivo (*waterpass*) tabung agar datar. Pastikan ia berada di tengah-tengah dan tidak berubah-ubah. Fungsi nivo tabung adalah untuk mengarahkan nivo kotak. Perhatikan nivo dalam segala arah, bila *theodolite* tidak tegak lurus maka akan menghasilkan hasil yang salah.
- d. Pasang filter lensa bilamana ada.
- e. Jangan lupa pasang dan cek baterai pada sisi samping *theodolite*.
- f. Bila thedolit sudah sia, hidupkan *theodolite* dalam posisi bebas tidak terkunci.⁶⁸

⁶⁸Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017), 272.

2. Mengukur utara sejati.

- a. Sebelum melakukan pengukuran utara sejati, persiapkan hasil perhitungan untuk arah Matahari. Untuk penentuan arah Matahari dapat digunakan rumus:

$$\text{Cotan } A_o = \tan \delta_o \cdot \cos \varphi^x : \sin t_o - \sin \varphi^x : \tan t_o$$

Keterangan:

A_o = arah Matahari

δ_o = deklinasi Matahari pada jam pembedikan

φ^x = lintang tempat

t_o = sudut waktu matahari

sudut waktu Matahari dihitung dengan rumus:

$$t_o = \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12 = x \text{ } 15$$

Keterangan:

WD = waktu daerah atau pembedikan Matahari

E = *equation of time*

λ^d = bujur daerah

λ^x = bujur tempat

- b. Setelah hasil perhitungan siap, bidik Matahari pada jam sesuai dengan yang sudah dipersiapkan. Ingat, jangan melihat Matahari secara langsung dengan Mata. Gunakan filter.
- c. Kunci *theodolite*, kemudia nolkan.

- d. Lepas kunci putar ke kanan sesuai dengan bilangan titik utara dalam hal ini adalah arah Matahari, kemudian kunci dan nolkan (*theodolite* sudah mengarah ke titik utara sejati).⁶⁹

3. Pengamatan Hilal.

- a. Untuk mengamati Pengamatan Hilal, dari utara sejati, lepas kunci *theodolite* kemudian putar *theodolite* searah jarum jam hingga angka *horizontal angle* (HA) menunjukkan angka azimuth Hilal.
- b. Arahkan *vertical angle* (VA) senilai dengan tinggi hilal pada saat pengamatan
- c. Setelah itu, kunci *theodolite*. *Theodolite* sudah mengarah ke arah hilal dan dapat dilakukan pengamatan hilal.⁷⁰

2. Gawang Lokasi

Gawang lokasi adalah sebuah alat sederhana yang digunakan untuk menentukan *ancer-ancer* (perkiraan) posisi Hilal dalam pelaksanaan rukyatulhilal.⁷¹ Alat ini terdiri dari dua bagian yaitu: Tiang Pengincar dan tiang gawang. Tiang pengincar adalah sebuah tiang tegak terbuat dari besi yang tingginya sekitar satu sampai satu setengah meter tergantung pada tinggi perukyah dan pada puncaknya diberi lubang kecil untuk mengincar Hilal. Tiang Gawang adalah dua buah tiang tegak yang dihubungkan dengan mistar datar sepanjang kira-kira 15-20 sentimeter, tiang gawang ini seharusnya dapat disetel naik turun sehingga mudah untuk disetel ketinggiannya ketika mengincar ufuk *mar'i*. Di atas

⁶⁹*Ibid*, 273-274.

⁷⁰*Ibid*, 274.

⁷¹Badan Hisab Rukyah Kementerian Republik Indonesia, *Almanak Hisab Rukyah* (Jakarta: DIPA Bimas Islam, 2010), 231.

kedua tiang tersebut terdapat pula dua buah tiang besi yang atasnya sudah dihubungkan oleh mistar mendatar. Kedua tiang ini dimasukkan ke dalam rongga dua tiang pertama, sehingga tinggi rendahnya dapat disetel menurut tinggi Hilal pada saat observasi.⁷²

Apabila hendak melakukan rukyatulhilal menggunakan gawang lokasi, maka sebaiknya yang dilakukan adalah sebagai berikut:

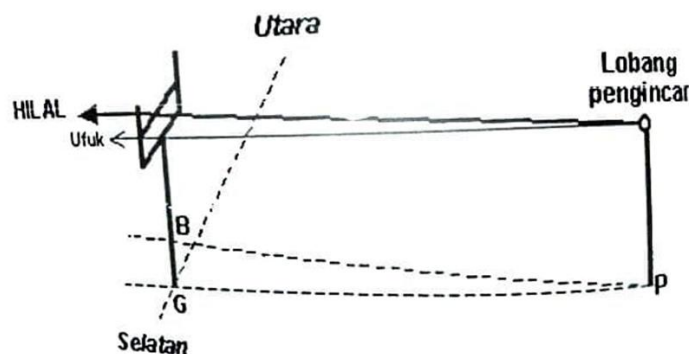
- a. Kompas diletakkan di tempat yang datar serta bebas dari pengaruh magnet.
- b. Benang ditarik ke arah Barat dan Timur dengan melintasi tepat titik pusat kompas, kemudian dicari arah titik Barat dan titik Timur, lebih lanjut dikoreksi dengan variasi. Dengan demikian, benang ini menggambarkan adanya garis lurus yang mengarah ke titik Barat dan titik Timur sejati.
- c. Menentukan titik di benang atau garis tersebut (no. 2) bagian Timur, misalnya dengan titik **P**.
- d. Dari titik P (no. 3) diukur ke Barat sepanjang... meter (misalnya 3 meter), kemudian diberi titik **B**, sehingga terbuat garis **PB**.
- e. Pada titik B (no. 4) ini dibuat garis tegak lurus ke Utara dan atau ke Selatan sesuai dengan arah terbenam Hilal pada saat itu (besar sudut = 90°).
- f. Pada garis (no. 5) ini, kemudian dari titik **B** diukur sepanjang harga rumus 4 atau **BG = tan AHTx PB**

Ingat: langkah no. 4 garis **PB** berapa meter.

- g. Ujung hasil ukur (no. 6) diberi titik **G**, sehingga terbuatlah garis **BG**.

⁷²Arhamu Rijal, "Uji Akurasi *Hilal Tracker Tripod* Untuk Rukyatulhilal", *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2017), 26, tidak dipublikasikan.

- h. Dititik **G** inilah diletakkan tiang gawang lokasi yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Sedangkan tiang lubang pengincar diletakkan di titik P.
- i. Usahakan tegak dan jangan sampai miring, untuk itu gunakan lot atau bandul.
- j. Lubang pengincar disetel sedemikian rupa (naik – turun) sesuai ketinggian mata orang yang akan melakukan pengincaran.
- k. Gawang lokasi disetel pula (naik – turun) pula hingga antara lubang pengincar, sisi bawah gawang lokasi dan ufuk tepat pada satu garis yang lurus.
- l. Sisi atas gawang lokasi (**SAG**) disetel (naik – turun) setinggi nilai rumus 3 atau $SAG = (PB : \cos AHM) \times \tan H.$ ⁷³



Gambar 2.5 = Konsep gawang lokasi.

3. Teleskop

Teleskop merupakan instrumen pengamatan yang berfungsi mengumpulkan radiasi elektromagnetik dan sekaligus membentuk citra dari bentuk yang diamati,

⁷³Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yohyakarta: Buana Pustaka, 2004), 178-179.

teleskop juga merupakan instrumen paling penting dalam pengamatan astronomi.⁷⁴ Teleskop memiliki tiga fungsi utama yaitu:

- a. Untuk mengumpulkan cahaya sebanyak mungkin dari sebuah objek.
- b. Untuk memfokuskan cahaya sehingga tercipta gambar yang tajam.
- c. Untuk memperbesar gambar.⁷⁵

Umumnya teleskop dibagi menjadi 3 jenis, antara lain sebagai berikut:

a. Teleskop refraktor

Teleskop refraktor merupakan teleskop bias yang terdiri dari beberapa kaca lensa sebagai alat yang digunakan untuk menangkap cahaya dan menjalankan fungsi teleskop. Teleskop bias terdiri dari dua lensa cembung, yaitu sebagai lensa objektif dan okuler. Sinar yang masuk kedalam teropong dibiaskan oleh lensa. Oleh karena itu, teropong ini disebut teleskop bias.⁷⁶

b. Teleskop reflektor

Teleskop reflektor merupakan teleskop yang menggunakan cermin sebagai pengganti terhadap lensa untuk menangkap cahaya dan memantulkannya. Teleskop reflektor sangat tepat digunakan untuk pengamatan objek-objek deepsky seperti nebula, galaksi, open cluster dan komet karena untuk “light gathering” teleskop reflektor jauh lebih baik dari pada teleskop refraktor sehingga objek-objek yang mempunyai intensitas cahaya kecil dapat terlihat dengan refraktor.⁷⁷

⁷⁴ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan (Deskripsi-Historis Tentang Tradisi, Inovasi Dan Kontribusi Peradaban Islam Bidang Astronomi)* (Purwokerto: UM Purwokerto Press, 2016), 312.

⁷⁵ Irvan, Leo Hermawan, “Mengenal Jenis-jenis Teleskop dan Penggunaannya”, *Jurnal al-Marshad*, Vol. 5 No. 1, (Juni 2019), ResearchGate, 75.

⁷⁶ *Ibid*, 78.

⁷⁷ *Ibid*, 79.

c. Teleskop katadioptrik

Katadioptrik adalah jenis teleskop yang menggunakan kombinasi dari lensa dan cermin sebagai pengumpul cahaya sekaligus bayangan benda. Teleskop katadioptrik merupakan implementasi dari penggunaan sistem katadioptri yaitu sebuah sistem yang memadukan penggunaan antara lensa dan cermin cekung. Dengan kata lain teleskop katadioptrik merupakan jenis teleskop gabungan dari reflektor dan refraktor.⁷⁸



Gambar 2.6 = Teleskop Vixen tipe SX / SXD *Equatorial Mount*.

Salah satu teleskop yang digunakan dalam rukyatulhilal adalah teleskop Vixen tipe SX / SXD *Equatorial Mount*. Sebagaimana namanya teleskop ini mempunyai *Mounting* yang berjenis *Equatorial Mounting*. Sehingga gerak *Mounting* ini didesain berputar sejajar dengan sumbu rotasi Bumi. Secara umum, teleskop ini terdiri dari lima bagian, yaitu SXW *Mount*, *Counterweight* (pemberat) 1.9 kg, tripod SX *Half Pilar*, SX teleskop dan *Star Book Controller* dan kabelnya.⁷⁹ Adapun penggunaannya dalam rukyatulhilal adalah sebagai berikut:

⁷⁸Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*, 286.

⁷⁹*Ibid.*, 289.

- a. Hidupkan tombol *power*.
- b. *Setting* bahasa. Pilih dengan tombol panah atas bawah.
- c. *Setting* waktu lokal (*local time*). Gunakan kursor atas bawah untuk mengganti angka dan tombol kanan untuk pindah ke kotak setelahnya. Kemudian pilih OK.
- d. *Initial setting*. Pilih *confirm*.
- e. Gunakan *Star Book* untuk memindahkan teleskop ke *home position* (posisi awal teleskop).
- f. Kemudian bidik posisi Matahari menggunakan *Star Book*, sesuaikan arah teleskop dengan Matahari. Simpan sebagai titik referensi.
- g. Kemudian teleskop dikembalikan lagi ke *home position*. Baru pilih objek *Moon* yang ada pada layar.
- h. Pilih GOTO untuk menggerakkan teleskop. Secara otomatis, teleskop akan mengikuti arah Bulan. Sehingga ketika Matahari terbenam, teleskop dapat menangkap cahaya Bulan sehingga Hilal dapat diamati.⁸⁰

⁸⁰*Ibid*, 294-297.

BAB III

PROSES PERANCANGAN MOON VERIFICATOR DENGAN OUTPUT VISUAL DALAM RUKYATULHILAL

A. Komponen-Komponen *Moon Verificator*

1. Arduino

Sebelum penulis membahas pengertian Arduino yang notabeneanya merupakan komponen utama dalam perancangan *MoonVerificator* , terlebih dahulu penulis akan menyinggung tentang, apa yang dimaksud dengan mikrokontroler?. Karena pembahasan ini sangat diperlukan agar dapat mudah memahami pengertian Arduino itu sendiri. Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan pemrograman *input-output*.¹

Mikrokontroler memiliki tiga komponen utama, yaitu: unit pengolahan pusat (CPU: *Central Processing Unit*), memori dan *system I/O (Input/output)* untuk dihubungkan ke perangkat luar. CPU yang mengatur sistem kerja komputer mikro, dibangun oleh sebuah mikroprosesor. Memori terdiri atas EPROM untuk menyimpan program dan RAM untuk menyimpan data. Sistem I/O bisa dihubungkan dengan perangkat luar misalnya sebuah *keyboard* dan sebuah

¹Arif Beni Santoso, Martinus, Sugiyanto, “Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Pengereman, Dan Palang Pintu Pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler”, *Jurnal Fema*, Vol. 1, No.1 (Januari 2013); Neliti, 17.

monitor, bergantung pada aplikasinya. Apabila CPU, memori dan sistem I/O dalam sebuah *chip* semikonduktor.²

Saat ini mikrokontroler yang banyak beredar dipasaran adalah mikrokontroler 8 bit varian keluarga MCS51 dengan tipe CISC, yaitu *Complex Instruction Set Computing* yang dikeluarkan oleh Atmel dengan seri AT89Sxx, dan mikrokontroler AVR yang merupakan mikrokontroler RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) dengan seri ATMegaxx. Dengan mikrokontroler tersebut pengguna sudah bisa membuat sebuah sistem untuk keperluan sehari-hari, seperti pengendali peralatan rumah tangga jarak jauh yang menggunakan remote control televisi (*smart home*), jam digital, text berjalan, termometer digital, dan lain-lain.³

Dalam perkembangannya, modul atau minimum sistem dari mikrokontroler dibuat dalam bentuk chip yang lebih memudahkan pengguna untuk menggunakannya. Satu hal yang saat ini sedang atau banyak digemari oleh pengguna mikrokontroler adalah modul Arduino. Definisi Arduino dapat dilihat di situs resmi Arduino, definisinya sebagai berikut:

*“Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software. It's intended for artists, designers, hobbyists and anyone interested in creating interactive objects or environments”.*⁴

²Sumarsono, Dwiatmi Wahyu Saptaningtyas, “Pengembangan Mikrokontroler Sebagai Remote Control Berbasis Android”, *Jurnal Teknik Informatika*, Vol 11, No. 1 (April 2018); Neliti, 68.

³ Junaidi, Yuliyani Dwi Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino* (Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja, 2018), 2.

⁴Arduino, “Arduino – Introduction”, <https://www.Arduino.cc/en/Guide/Introduction>, diakses 18 Maret 2020.

Apabila kita coba memahami makna dari pengertian di atas, maka Arduino dapat dikatakan sebagai *prototyping platform*⁵. Arduino tidak hanya digunakan pada tahapan desain, namun sampai produk jadi. Kita dapat berkreasi apapun dengan menggunakan Arduino, seperti aplikasi dalam bidang robotika, atau aplikasi-aplikasi *embedded system* lainnya. Arduino memberikan banyak kemudahan bagi pengguna untuk merealisasikan karya-karyanya. Arduino telah dilengkapi dengan sistem IDE (*IntergratedDevelopment Environment*) untuk menuliskan program aplikasi yang kita buat. Selain itu, pada board Arduino juga telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas sehingga lebih memudahkan para pencinta atau penggunaanya.⁶

Salah satu yang membuat Arduino memikat banya orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *softwarena*. Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Orang-orang bebas untuk mengunduh gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB⁷-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa *download* dan *instal* pada semua jenis komputer mulai dari *Linux*, *Windows* dan *Os* secara gratis.⁸

⁵ Dalam Bahasa Indonesia, *prototype* dapat diartikan sebagai purwarupa, yaitu suatu alat yang dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai karya cipta dalam tahapan desain.

⁶Junaidi, Yuliyani Dwi Prabowo, *Project Sistem*, 3.

⁷ PCB adalah singkatan dari *Printed Circuit Board* yang dalam bahasa Indonesia sering diterjemahkan menjadi Papan Rangkaian Cetak atau Papan Sirkuit Cetak, PCB digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen elektronika dengan lapisan jalur konduktornya. Lihat dalam Teknik Elektronika, "Pengertian PCB (Printed Circuit Board) dan jeni-jenis PCB", <https://teknikelektronika.com/pengertian-pcb-printed-circuit-board-jenis-jenis-pcb/>, diakses 19 Maret 2020.

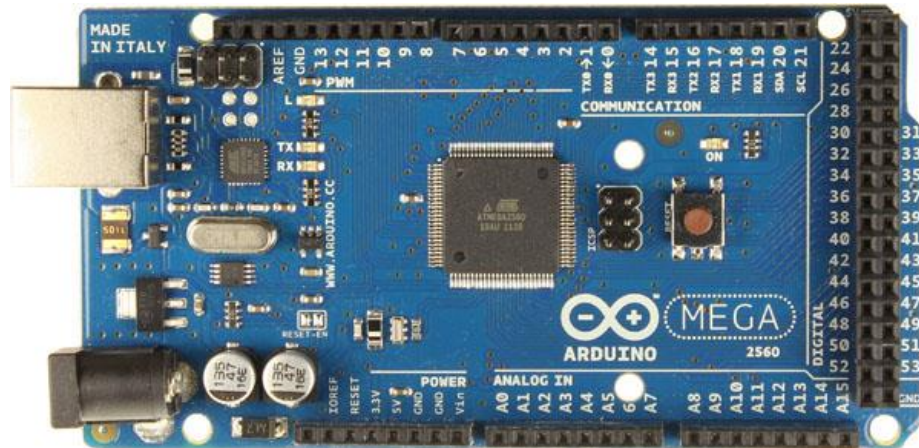
⁸Mada Sanjaya, Dyah Anggraeni, Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algortima Arah Kiblat Al-Biruni Dalam Kitab Tahdid Nihayat Al-Amakin Listahih Masafat Al-Masakin* (Bandung: Bolabot, 2019), 322.

Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahan dunia. Anggota inti dari tim ini adalah Massimo Bansi Milano (Italia), David Cuartielles Malmoe (Swedia), Tom Igoe (Amerika Serikat). Saat ini komunitas Arduino dikembangkan dengan pesat dan dinamis di berbagai belahan Dunia.⁹ Berbagai macam kegiatan yang berkaitan dengan proyek-proyek Arduino bermunculan dimana-mana, termasuk di Indonesia. Adapun yang membuat Arduino dengan cepat diterima oleh orang-orang adalah karena:

- a. Murah, dibandingkan dengan *platform* yang lain. Harganya akan lebih murah lagi jika pengguna membuat papan sendiri dan merangkai komponen-komponennya satu persatu.
- b. Lintas *platform*, *software* Arduino dapat dijalankan pada sistem operasi *Windows*, *Os* dan *Linux*, sementara *platform* lain umumnya terbatas pada *Windows*.
- c. Sangat mudah dipelajari dan digunakan. Arduino menggunakan bahasa C/C++ yang disederhanakan, yang merupakan turunan dari proyek *open source wiring*.
- d. Sistem yang terbuka (*open source*), baik dari sisi *hardware* maupun *software*nya.
- e. Sangat menarik ketika membuka kontak pembungkus papan Arduino terdapat tulisan bahwa Arduino diperuntukkan bagi seniman, perancang, dan penemu.

⁹*Ibid.*

Dengan kata lain, penggunaanya tidak harus teknisi berpengalaman atau ilmuwan berotak jenius.¹⁰



Gambar 3.1 = *Board* Arduino Mega 2560.

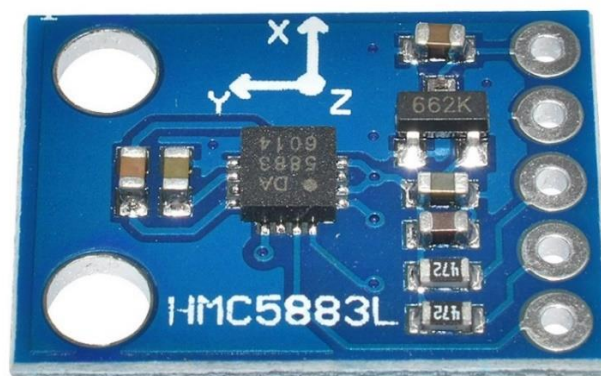
Perancangan *Moon Verificator* penulis menggunakan Arduino Mega 2560, Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 juga merupakan versi terbaru yang menggantikan versi Arduino

¹⁰*Ibid*, 323.

Mega.¹¹ Dengan kata lain, Arduino Mega 2560 lebih canggih dan lebih mudah dalam merancangnya.

2. Modul Kompas Digital GY-273 HMC5883L

Modul Kompas Digital GY-273 adalah sebuah modul yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin digital atau juga disebut dengan kompas digital. Modul ini menggunakan komponen utama berupa IC HMC5883L, yaitu merupakan IC kompas digital 3 axis yang memiliki *interface* berupa 2 pin I2C. HMC5883 memiliki sensor *magneto-resistive* HMCC118X series beresolusi tinggi, di tambah ASIC dengan konten *amplification*, *automatic degaussing* *strap driver*, *offset cancellation* dan 12 bit ADC yang memungkinkan keakuratan kompas mencapai 1 sampai 2°. Modul ini, biasa digunakan untuk keperluan sistem navigasi otomatis, *mobile phone*, *notebook* dan perangkat navigasi personal.¹²



Gambar 3.2 = Modul Kompas Digital GY-HMC5883L

3. Motor Servo MG995

¹¹ Maulana Majid, "Implementasi Arduino Mega 2560 Untuk Kontrol Miniatur Elevator Barang Otomatis", *Skripsi Universitas Negeri Semarang*, (Semarang, 2016), 15, tidak dipublikasikan.

¹² Splash Tronic, "Modul Kompas Digital GY-273 HMC5883L", <https://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-kompas-gy-273-hmc5883l/>, diakses 19 Maret 2020.

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, Potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor Servo memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya.¹³

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation 180° dan servo rotation continuous.¹⁴

- a. Motor servo standard (servo rotation 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180°.
- b. Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya

¹³ Ahmad Hilal, Saiful Manan, “Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu”, *Jurnal Gema Teknologi*, Vol. 17, No. 2 (Oktober 2012 – April 2013), Neliti, 95.

¹⁴ Trikueni Dermanto, “Desain Sistem Kontrol”, <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>, diakses 19 Maret 2020.

tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.¹⁵



Gambar 3.3 = Motor Servo MG995.

4. LCD (*Liquid Crystal Display*) Grafik 16x2

LCD 16x2 adalah sebagai penampil nilai kuat induksi medan elektromagnetik yang terukur oleh alat. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar *display* 16 kolom 2 baris atau biasa disebut sebagai LCD Character 16x12, dengan 16 pin konektor, Modul LCD terdiri dari sejumlah *memory* yang digunakan untuk *display*. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD akan disimpan didalam *memory* ini, dan modul LCD secara berturutan membaca *memory* ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.¹⁶

¹⁵*Ibid.*

¹⁶ Eko Ihsanto, Andhy Triwijayanto, “Rancang Bangun Vip Lift Dengan Rfid Berbasis Mikrokontroler AT89S51”, *Jurnal Teknologi*, Vol. 4, No. 3 (September 2013), Neliti, 93.



Gambar 3.4 = LCD Grafik 16x2.

5. *Monocular Teleszoom.*

Monocular adalah teleskop pembiasan yang dimodifikasi yang digunakan untuk memperbesar gambar objek yang jauh dengan melewatkan cahaya melalui serangkaian lensa dan prisma. Volume dan berat dari *Monocular* kurang dari setengah berat teropong. Sifat optiknya yang serupa, membuat *Monocular* mudah dibawa, dan juga lebih murah secara proporsional.¹⁷



Gambar 3.5 = *Monocular Teleszoom*

¹⁷Wikipedia, “*Monocular*”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Monocular>, diakses 25 Januari 2020.

6. Tripod

Tripod merupakan penyangga yang memiliki tiga kaki dan berfungsi untuk menompang benda yang berada di atasnya. Tripod biasanya dipakai dalam fotografi dan videografi, untuk menompang sebuah kamera yang berada di atasnya. Agar tidak goyang dan dapat menghasilkan gambar yang fokus. Dalam hal ini, penulis menggunakan tripod sebagai penyangga instrumen *Moon Verificator* untuk menghindari gonjangan saat instrumen tersebut digunakan.



Gambar 3.6 = Tripod.

7. Kabel Jumper

Kabel dupont arduino atau kabel jumper merupakan kabel yang digunakan untuk proyek rangkaian komponen elektronik yang dikerjakan dengan menggunakan *breadboard*. **Kabel dupont** biasa digunakan untuk menghubungkan kabel dengan PCB dan juga komponen-komponen elektronik pada proyek

breadboard. **Kabel dupont** sangat bermanfaat untuk proyek arduino atau *breadboard* / papan *board* dan juga praktis dalam penggunaannya¹⁸



Gambar 3.7 = Kabel Jumper.

8. Baterai

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat Elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti *Handphone*, Laptop, Senter, ataupun *Remote Control* menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya Baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan *perangkat* elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis Baterai yaitu Baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) dan Baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*).¹⁹

¹⁸Toko Komputer, “Kabel Dupont Jumper – Bisa dipakai untuk Arduino atau Breadboard”, [https:// tokokomputer007 .com/kabel-dupont-jumper-bisa-dipakai-untuk-arduino-atau breadboard/](https://tokokomputer007.com/kabel-dupont-jumper-bisa-dipakai-untuk-arduino-atau-breadboard/), diakses 25 Maret 2020.

¹⁹ Teknik Elektronika, “Pengertian Baterai dan Jenis-jenisnya”, [https://teknikelektronika .com/pengertian-baterai-jenis-jenis-baterai/](https://teknikelektronika.com/pengertian-baterai-jenis-jenis-baterai/), diakses 06 April 2020.

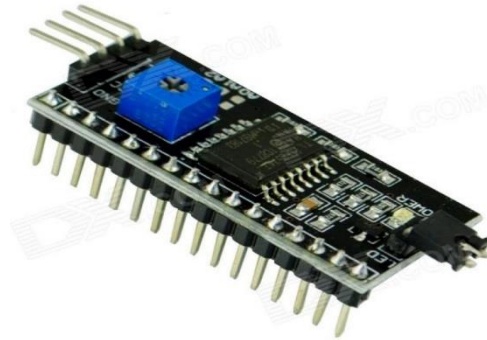


Gambar 3.8 = Baterai.

9. I²C (*Inter Integrated Circuit*)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I²C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I²C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*.²⁰ Singkatnya I²C adalah penghubung antara komponen yang berfungsi mengirim dan menerima data.

²⁰Purnomo Sejati, “Mengenal Komunikasi I²C (*Inter Integrated Circuit*)”, <https://purnomo.sejati.wordpress.com/2011/08/25/mengenal-komunikasi-i2cinter-integrated-circuit/>, diakses 06 April 2020.



Gambar 3.9 = I²C (*Inter Integrated Circuit*).

10. Keypad

Keypad berarti sebuah *keyboard* miniatur atau set tombol untuk operasi portabel perangkat elektronik, telepon, atau peralatan lainnya. *Keypad* merupakan sebuah rangkaian tombol yang tersusun atau dapat disebut "*pad*" yang biasanya terdiri dari huruf alfabet (A-Z) untuk mengetikkan kalimat, juga terdapat angka serta simbol-simbol khusus lainnya. *Keypad* yang tersusun dari angka-angka biasanya disebut sebagai *numeric keypad*. *Keypad* juga banyak dijumpai pada *alphanumeric keyboard* dan alat lainnya seperti kalkulator, telepon, kunci kombinasi, serta kunci pintu digital, di mana diperlukannya nomor untuk dimasukkan.²¹

Fungsi *keypad* sendiri dalam instrumen *Moon Verificator* adalah untuk memasukkan nilai Azimuth dan tinggi bulan pada saat observasi atau rukyatulhلال, dari nilai tersebut Arduino akan mengolahnya dan memberikan perintah ke motor servo untuk bergerak sesuai dengan nilai yang dimasukkan.

²¹ Wikipedia, "Keypad", <https://id.wikipedia.org/wiki/Keypad>, diakses 06 April 2020.



Gambar 3.10 = *Numeric keypad.*

B. Proses Instalasi Arduino ke dalam Komputer atau Laptop

Sebelum melakukan pemrograman instrumen *Moon Verificator*, hal terlebih dahulu yang dilakukan adalah menghubungkan *board* Arduino ke laptop atau komputer yang akan dipakai dalam pemrograman *Moon Verificator* dengan tujuan untuk meng-*upload* program atau *coding* yang akan penulis gunakan dalam instrumen *Moon Vericator*, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. *Download software* Arduino

Software arduino yaitu IDE (*IntergratedDevelopment Environment*) dapat di-*download* pada *website* resmi Arduino (<http://arduino.cc/en/Main/Software>). Kemudian *download* IDE sesuai dengan sistem operasi komputer yang digunakan. Misalnya, *Windows Installer For Windows XP and up*, yang digunakan oleh penulis.

Download the Arduino IDE



Gambar 3.11 = Pilihan *download software* Arduino untuk berbagai sistem operasi komputer.

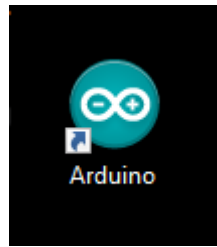
Setelah selesai *download software* Arduino, buka file `arduino-1.8.12-windows_2351187623` pada folder *download*. Kemudian lakukan proses instalasi dan ikuti setiap langkah yang muncul pada proses instalasi.

2. Menghubungkan *board* Arduino

Hubungkan *board* Arduino dengan komputer atau laptop menggunakan kabel USB. Lampu LED pada *board* Arduino akan menyala ketika disambungkan dengan komputer atau laptop.

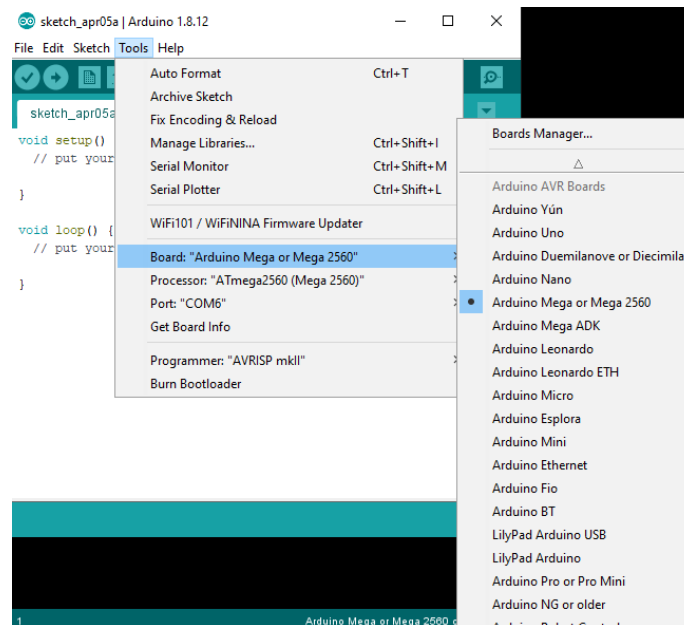
3. Menjalankan aplikasi Arduino

Kemudian klik dua kali aplikasi Arduino yang sudah *ter-install* (Arduino.exe).



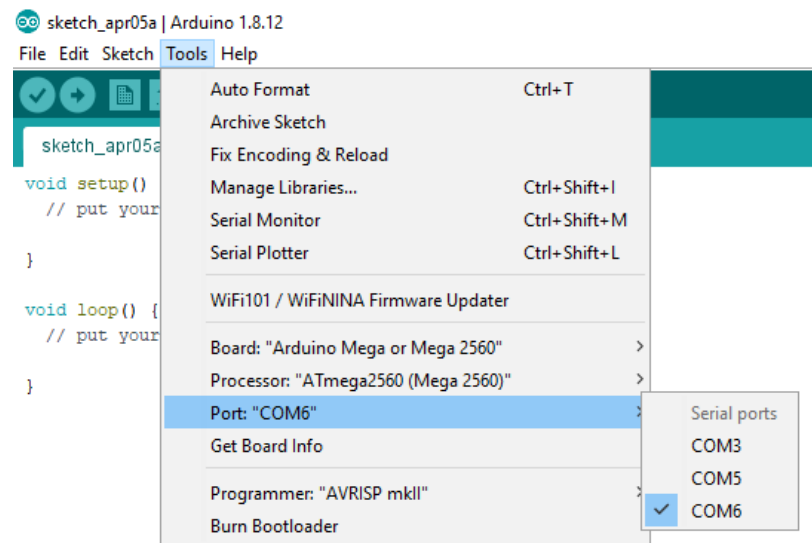
Gambar 3.12 = *Software* Arduino yang sudah ter-*install*

Setelah terhubung, pilih *board* Arduino yang sedang digunakan. Dengan cara mengklik *Tools* > *Board* yang sesuai dengan *board* Arduino yang dipakai.



Gambar 3.13 = Pilihan *type board* Arduino.

Kemudian memilih serial *port* yang cocok untuk digunakan dalam pemrograman. Dengan mengklik *Tools* > *Port* yang sesuai.



Gambar 3.14 = Pilihan serial *port*

4. Buka contoh program bawaan aplikasi Arduino

Untuk menguji Aplikasi Arduino, apakah sudah sudah terhubung ke *board*-nya?. Dengan cara mengklik *File > Example > 01. Basic > Blink*.



Gambar 3.15 = Program *blink* aplikasi Arduino.

5. Upload program

Setelah memilih program *blink*, langkah selanjutnya adalah mengklik tombol *upload* pada aplikasi. Tunggu beberapa saat, lampu LED pada *board* Arduino akan berkedip-kedip. Jika *upload* sudah berhasil akan ada pesan *Done Uploading* yang muncul pada status bar.

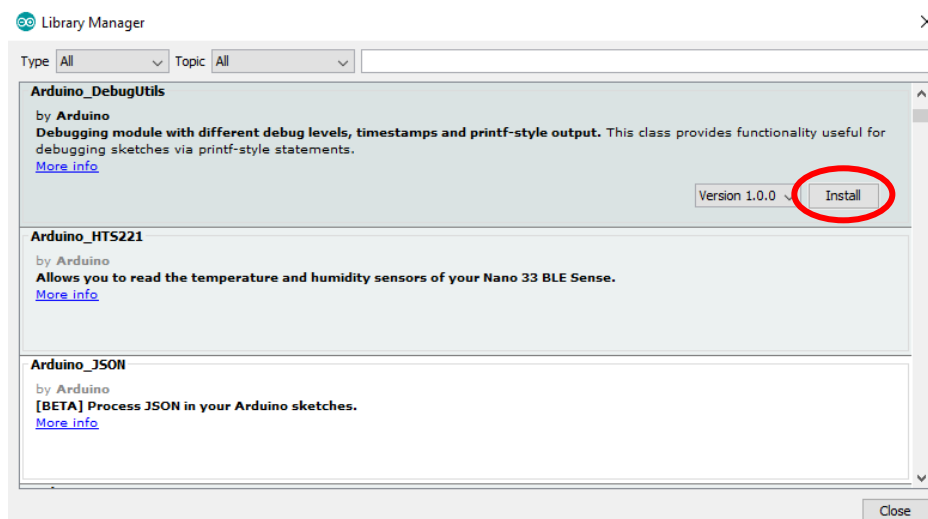


Gambar 3.16 = proses *upload* program dari Aplikasi IDE ke *Board* Arduino.

6. Meng-installlibrary tambahan

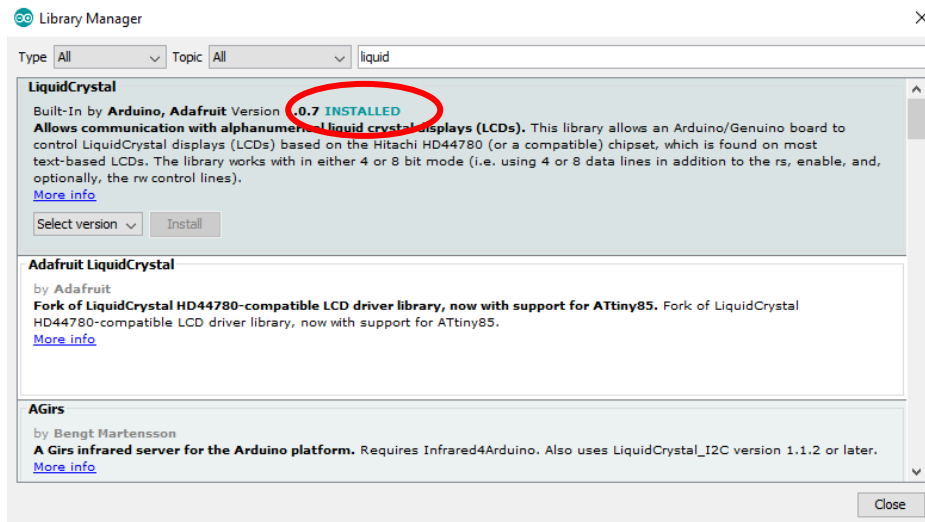
Pada beberapa kasus pemograman Arduino membutuhkan *library* tambahan sebelum dapat di-*upload* ke Arduino. Contohnya modul kompas yang membutuhkan *library* tambahan tersebut. *Library* tambahan dapat di-*install*

melalui aplikasi Arduino yang terhubung dengan internet. Dengan cara mengklik *Sketch > Include Library > Manage Libraries*. Setelah jendela *Library Manager* muncul, ketik nama *library* yang dicari pada kolom *Filter Your Search*. Secara otomatis sistem akan mencari sesuai dengan *keyword* yang dimasukkan. Setelah menemukan *library* yang dicari langkah selanjutnya adalah mengklik tombol *Install*.



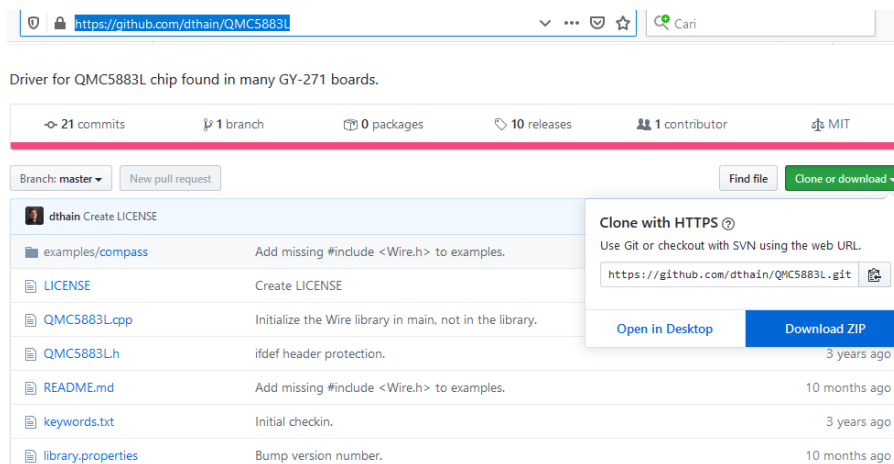
Gambar3.17 = Proses *Installlibrary* pada *Library Manager*.

Setelah proses *Install* selesai. Maka *file library* akan muncul tanda *INSTALLED*. Sehingga *library* tersebut dapat digunakan.



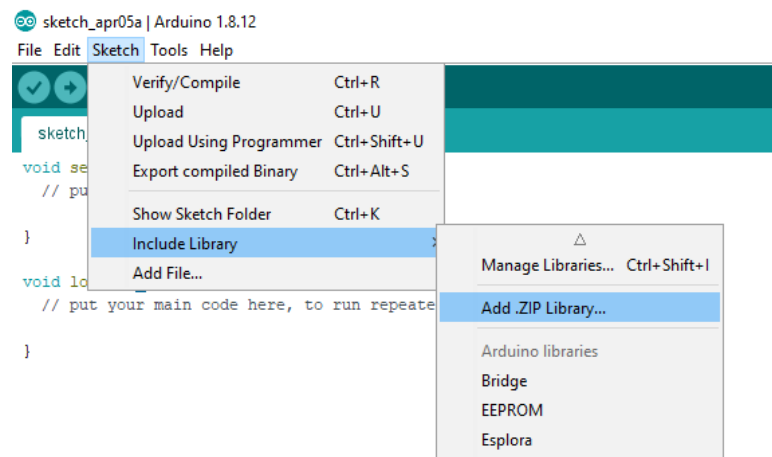
Gambar 3.18 = *Library* yang sudah ter-*install* pada *Library Manager*.

Hal yang perlu diperhatikan adalah tidak semua *library* dapat ditemukan di *Library Manager* sehingga beberapa *library* lain harus dicari melalui internet. Misalnya untuk mencari *library* MechaQMC5883 (untuk mengaktifkan modul kompas). *Library* tersebut dapat diakses di <https://github.com/dthain/QMC5883L> melalui *Google* atau mesin pencarian lainnya. Kemudian *downloadlibrary* tersebut. Biasanya *file library* memiliki format *zip* atau *rar*.



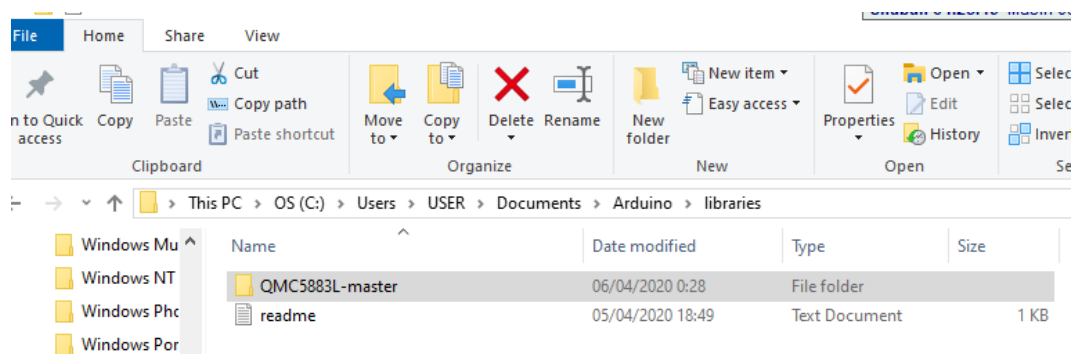
Gambar 3.19 = proses *downloadzip library* di *website Github*.

Terdapat 2 cara untuk install library yang telah di-download. *Pertama*, dengan membuka Aplikasi IDE lalu pilih menu *Sketch > Include Library > Add Zip Library > Select a Zip > pilih file zip yang telah di-download > Open*.



Gambar 3.20 = Penambahan *file zip library* ke Arduino.

Kedua, dengan cara mengekstrak file zip terlebih dahulu, lalu copy file library tersebut ke folder `C:\Users\USER\Documents\Arduino\libraries`. Jika proses *install* berhasil, maka pada bagian *Example* IDE Arduino akan muncul contoh *code* dari *library* yang telah di-*install* dan *library* siapkan untuk digunakan.

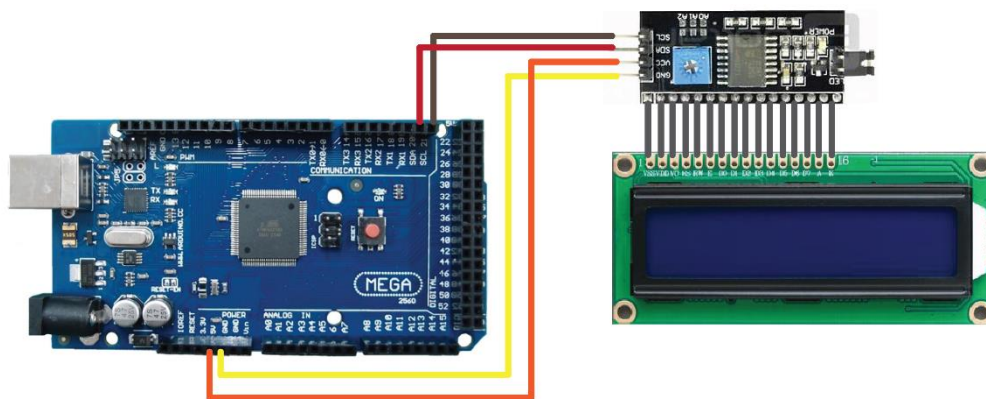


Gambar 3.21 = Lokasi penyimpanan *Library* Arduino.

C. Pemograman *Moon Verificator* dengan *Output Visual*

Langkah awal yang dilakukan penulis dalam pemograman *Moon Verificator* yaitu membuat rangkaian penampilan karakter di LCD, dengan bertujuan menampilkan karakter atau simbol yang akan dimasukkan oleh penulis dalam instrumen *Moon Verificator*. Berikut ini adalah desain dasar penampilan karakter menggunakan Arduino Mega 2560 dan LCD 16x2 dengan I2C sebagai penghubung keduanya:

1. Susun rangkaian seperti Gambar 3.23



Gambar 3.22 = Desain rangkaian dasar LCD pada *board* Arduino menggunakan

Adobe Illustrator²²

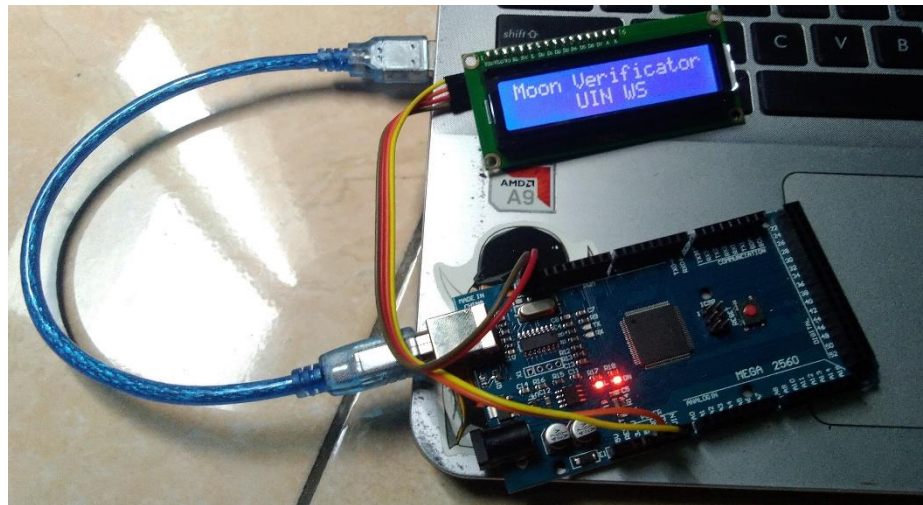
2. Hubungkan Arduino ke computer atau laptop dengan kabel USB
3. Buka *software* Arduino dan ketik program seperti Gambar 3.24

²² Adobe Illustrator adalah aplikasi desain grafis yang berbasis *vector*.



Gambar 3.23 = Program karakter pada LCD

4. Pilih *board* dan *serial port* yang digunakan di menu *tools*.
5. Tekan tombol *verify* dipojok kiri *toolbar*
6. Setelah muncul pesan *Done Compiling*, selanjutnya tekan tombol *upload* yang ada di kanan tombol *verify* sampai muncul pesan *Done Uploading*

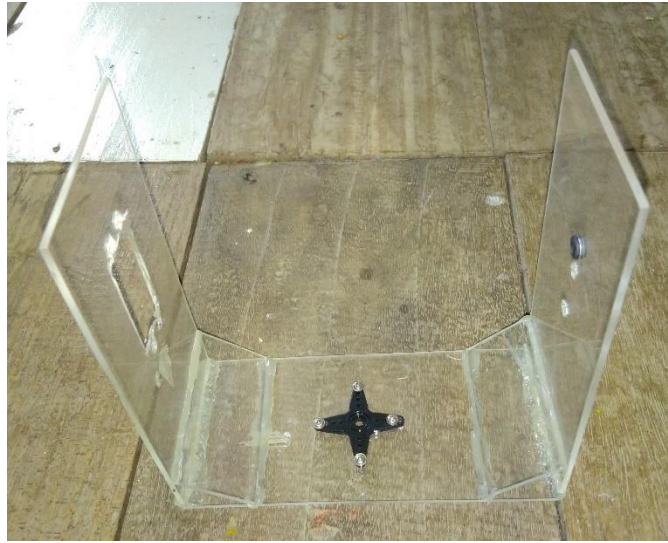


Gambar 3.24 = Hasil simulasi program menampilkan karakter di LCD

D. Perancangan *Moon Verifactor* dengan *Output Visual* dan Penggunaanya dalam Rukyatuhilal

Bahan yang digunakan sebagai *casing* dan dudukan pada motor servo *Moon Verifactor* yaitu bahan akrilik, semacam bahan plastik yang menyerupai kaca, namun memiliki sifat yang membuatnya lebih unggul daripada kaca, akrilik juga dikenal sebagai lembaran plastik yang super keras. Warnanya yang tak pudar dan bobotnya yang ringan. Hingga menjadi bahan baku barang berbagai macam kerajinan.²³ Itulah alasan mengapa penulis menggunakan bahan akrilik sebagai dudukan dan *casing* pada instrumen *Moon Verifactor*. Akrilik yang beredar di pasaran pada umumnya berbentuk persegi. Pemotongannya bisa menggunakan mesin gerinda ataupun gergaji besi. Adapun bentuk potongan akrilik yang digunakan oleh penulis pada *Moon Verifactor* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

²³ Pusat Akriliki, "Apa itu Ackrylic atau akirliki?", <http://pusatakrilik.com/artikel/41/apa-itu-acrylic-atau-akrilik-/>, diakses 17 Mei 2020.



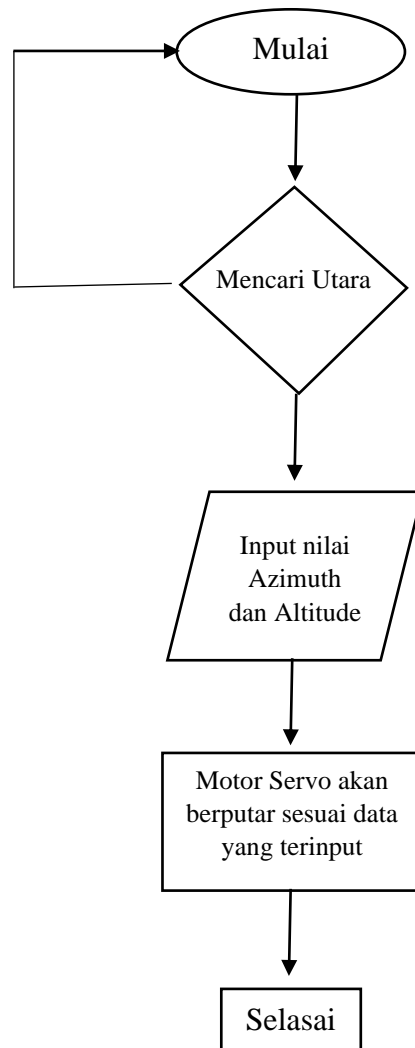
Gambar 3.25 = Dudukan motor servo horizontal



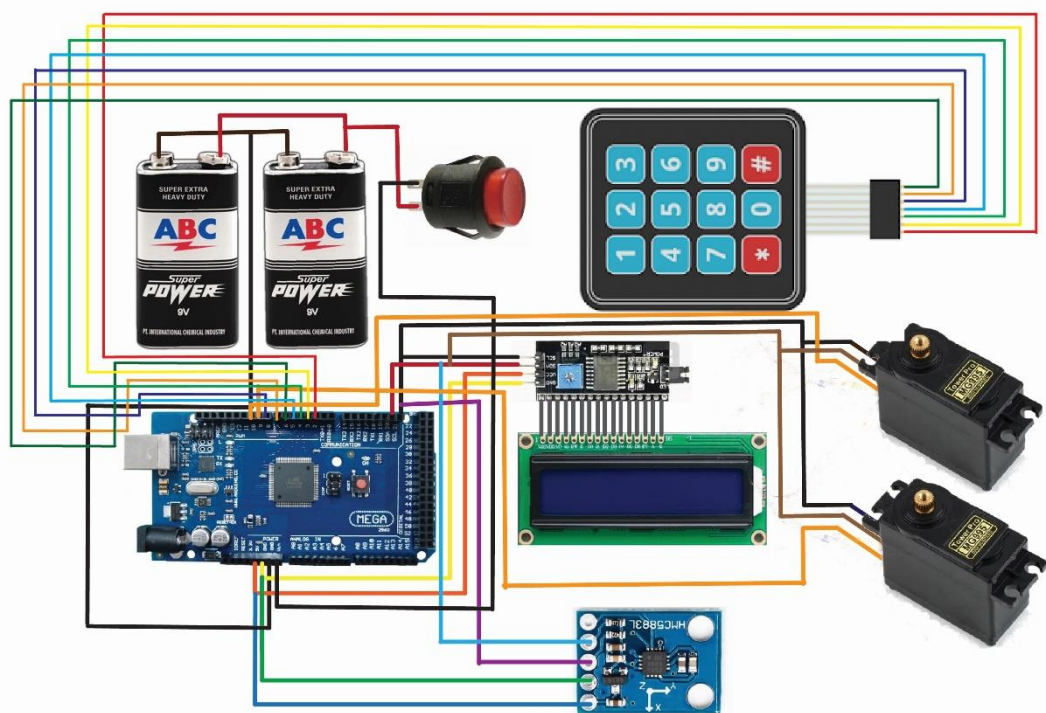
Gambar 3.26 = Dudukan motor servo vetikal

Moon Verificator ketika akan digunakan harus diberi daya yang berasal dari *power supply* atau baterai. Setelah Arduino menyala secara otomatis komponen lainnya ikut aktif. Kemudian modul kompas akan mencari arah utara yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan azimuthh suatu benda langit. Setelah kompas berhasil menentukan arah utara yang diinginkan, langkah selanjutnya yaitu menginput data azimuthh dan altitude suatu benda langit yang akan dijadikan objek observasi. Jikalau data azimuthh dan altitude telah terinput,

tanpa menunggu perintah lagi motor servo horizontal dan veritikal akan berputar sesuai dengan data yang dimasukkan.



Gambar 3.27 = Skema umum *Moon Verificator*



Gambar 3.28 = Rangkaian elektronika *Moon verifier*

Pemrograman *Moon Verificator* membutuhkan *library* tambahan agar proses *compile* atau *upload* program tidak terganggu. Cara *installlibrary* tambahan dapat dilihat pada Gambar 3.2. Adapun daftar *library* tambahan antara lain:

1. Adafruit HMC5883 Unified master²⁴
2. Adafruit Sensor master²⁵
3. Arduino HMC5883L master²⁶
4. ESP8266 wifi master²⁷
5. hmc883l creative electronics²⁸

²⁴ Dapat di-download pada https://github.com/adafruit/Adafruit_HMC5883_Unified

²⁵ Dapat di-download pada https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor

²⁶ Dapat di-download pada <https://github.com/jarzebski/Arduino-HMC5883L>

²⁷ Dapat di-download pada <https://github.com/esp8266/Arduino/tree/master/libraries/ESP8266WiFi>

²⁸ Dapat di-download pada <https://github.com/sparkfun>

6. HMC5883L Complete Odin Pack²⁹

7. Liquid Crystal I2C 1.1.2³⁰

8. Mecha QMC5883L master³¹

9. Ms timer³²

10. Software Serial master³³

11. Time master³⁴

12. wire³⁵

Setelah *library* tambahan diatas telah ter-*install* semua. Langkah selanjutnya yaitu mengetik program *Moon Verificator* pada *software* Arduino. Program *Moon Verificator* juga telah dilengkapi dengan program kalibrasi kompas yang bertujuan untuk menambah keakurasian pada alat ini. Sebagaimana yang dikatakan oleh Bpk. Mada Sanjaya yang merupakan ahli robotik dan ketua Bolabot Scientific, sebuah komunitas riset komputasi dan instrumentasi Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung. “segala macam jenis kompas, mulai dari kompas analog sampai dengan kompas digital pasti akan terpengaruh dengan yang namanya *magnetic declination*. Oleh karena itu, kompas membutuhkan kalibrasi lagi”. Adapun program *Moon Verificator* dapat dilihat di bawah ini:

```
#include <Wire.h>
#include <MechaQMC5883.h>
#include <Keypad.h>
```

²⁹ Dapat di-download pada https://drive.google.com/file/d/0B7t_g4hdtuIL_bkJaaG_ZodGNSRnM/view

³⁰ Dapat di-download pada https://github.com/johnrickman/LiquidCrystal_I2C/issues/9

³¹ Dapat di-download pada <https://github.com/dthain/QMC5883L>

³² Dapat di-download pada <https://github.com/contrem/arduino-timer>

³³ Dapat di-download pada https://github.com/cyborgsimon/HM_10_Serial_Port_BLE

³⁴ Dapat di-download pada <https://github.com/PaulStoffregen/Time>

³⁵ Dapat di-download pada <https://www.arduino.cc/en/reference/libraries>

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x3F, 16, 2);
MechaQMC5883 qmc;
Servo servo1;
Servo servo2;
const byte ROWS = 4; // empat baris
const byte COLS = 3; // tiga kolom
//mendefenisikan karakter pada keypad
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3'},
  {'4', '5', '6'},
  {'7', '8', '9'},
  {'*', '0', '#'}
};
byte rowPins[ROWS] = {2, 3, 4, 5}; //pin yang di konek dari keypad ke arduino
byte colPins[COLS] = {8, 7, 6}; //pin yang di konek dari keypad ke arduino

String input;
int parsedInput;
int x, y, z;
int azimuthh;
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins,
ROWS, COLS);
void setup() {
  servo1.attach(9); //servo Az pada pin 9
  servo2.attach(10); //servo At pada pin 10
  delay(2);
  servo1.write(0); //memulai servo pada 0 derajat
  servo2.write(0); //memulai servo pada 0 derajat
  lcd.init(); //menginisialisasi lcd yng ada pada I2C
  lcd.backlight(); //menyalakan backlight pada lcd
  lcd.clear(); //membersihkan lcd
  lcd.setCursor(0,0); //mengatur letak karakter yang muncul pada lcd pada baris 0
dan kolom 0
  lcd.print("Moon Verificator"); //karakter yang muncul pada lcd
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("By_Fajrullah");
  delay(5000);
  lcd.clear();

```

```

lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("Masukan Nilai");//karakter yang muncul pada lcd
lcd.setCursor(4,1);
lcd.print("Az & At");
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.print("Tekan # = Az");//karakter yang muncul pada lcd
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Tekan * = At");
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("Kalibrasi");
qmc.init();//menginisialisasi sensor magnet/kompas}
void loop() {
  qmc.read(&x, &y, &z, &azimuthh);
  lcd.setCursor(2,1);
  if (azimuthh > 223 && azimuthh < 233) lcd.print("Utara
Sejati");//menginisialisasi utara sejati
  else lcd.print("Mencari.....");
  delay(100);
char customKey = customKeypad.getKey();
  if (customKey) {
    lcd.setCursor(7,0);
    lcd.print(customKey);

    if (customKey && input)
    {
      input += customKey;
    }
    if(input) //
    {
      parsedInput = input.toInt(); // I learned how to parse strings to ints here
https://www.arduino.cc/en/Tutorial/StringToIntExample
      // parse the string into an int to send to the servo.
      if(parsedInput <= 180) // if the number entered is under 181, send it to the
servo
      {
        if (customKey == '#'){
          servo1.write(parsedInput);// mengatur servo pada nilai yang diinput

```



```

    lcd.clear();
    lcd.print("Proses...");
    delay(1000);
    lcd.clear();
    lcd.print("OK");
    delay(1000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Az/At :");
    input = "";
  }
  if (customKey == '*'){
    servo2.write(parsedInput);
    lcd.clear();
    lcd.print("proses...");
    delay(1000);
    lcd.clear();
    lcd.print("OK");
    delay(1000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Az/At :");
    input = "";
  }
}
else // jika melebihi 180 maka servo akan mengatur pada posisi 0
{
  servo1.write(0);// mengatur nilai servo
  servo2.write(0);
  input = "";
  lcd.clear();
  lcd.print("Oops nilai besar");
}
}
delay(100);
}
}

```



Gambar 3.29 = *Moon Verificator* tampak dari atas.



Gambar 3.30 = *Moon Verificator* tampak dari samping.

BAB IV

ANALISIS AKURASI INSTRUMEN MOON VERIFICATOR DENGAN OUTPUT VISUAL DALAM PELAKSANAAN RUKYATULHILAL

A. Penggunaan *Moon Verificator* dalam Rukyatulhilal

Semua benda langit memiliki alamat (koordinat) yang lebih spesifik pada peta langit. Sama halnya seperti ketika seseorang mengunjungi rumah kerabat dan saudaranya, mungkin akan melakukan satu atau dua hal ini, menggunakan aplikasi *google maps* atau memilih menanyakan arah kepada warga setempat. Begitu pula dengan ketika pencarian objek benda langit. Ada beberapa jenis tata koordinat, dua di antaranya sering dipakai adalah tata koordinat horizon dan tata koordinat ekuatorial. Dalam pembahasan ini, penulis akan lebih spesifik membahas tentang tata koordinat horizon.

Tata koordinat horizon memiliki sumbu sudut putar (azimuth) dan ketinggian (altitude). Karena itu, tata koordinat horizon disebut juga tata koordinat AltAz. Bidang dasar koordinat ini adalah sebuah lingkaran di bawah pengamatnya (bidang horizon). Objek yang diamati berada di atas bidang ini dengan alamat berupa ketinggian (sudut yang diukur terhadap bidang dasar) dan azimuth (sudut yang diukur dari arah kutub utara).¹ Untuk mengetahui posisi bintang pada koordinat horizon maka menggunakan rumus perhitungan tinggi bintang (h) dan azimuth bintang (az).

¹ Situs Tentang Teleskop dari A hingga Z, “ Apa saja jenis-jenis teleskop?”, <https://toko.teleskop.co.id/2017/12/30/apa-saja-jenis-jenis-dudukan-teleskop/>, diakses 16 Mei 2020.

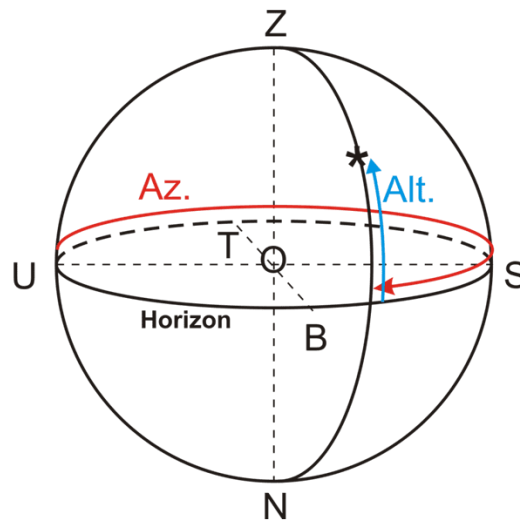
Untuk lebih memudahkan memahami tata koordinat horizon, terlebih dahulu harus memahami ordinat-ordinat tata koordinat horizon yaitu azimuthh dan ketinggian. Azimuth sebuah bintang adalah jarak yang dihitung dari titik utara sampai dengan lingkaran vertikal yang dilalui oleh bintang tersebut melalui lingkaran ufuk atau horizon menurut arah perputaran arah jarum jam.² Tinggi benda langit dapat digambarkan pada bola langit dengan membuat lingkaran besar yang melalui zenith, benda langit itu tegak lurus pada horizon (lingkaran vertikal). Tinggi benda langit merupakan suatu sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan bintang. Tinggi bintang diukur dari horizon keatas ufuk dengan nilainya positif 0° sampai 90° , dan dari horizon kebawah ufuk dengan nilai negatif 0° sampai -90° .³

Untuk menyatakan azimuthh terdapat dua versi, yaitu *pertama*, menggunakan acuan titik Selatan. *Kedua*, yang dianut Internasional untuk astronomi dan navigasi yaitu menggunakan acuan titik Utara, berupa busur UTSB. Kedua versi tersebut menggunakan arah yang sama yaitu jika dilihat dari zenith arahnya searah perputaran jarum jam yang nilainya 0° - 360° .

Tata koordinat horizon inilah yang diaplikasikan dalam instrumen *Moon Verificator*. Prinsip kerja *Moon Verificator* sama halnya dengan *theodolite*. Keduanya sama-sama menggunakan ketinggian dan azimuth sebagai lintasan geraknya dalam mengamati suatu benda langit.

² Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 52.

³ Simamora, *Ilmu Falak Kosmografi*, (Jakarta: Pedjuang Bangsa, 1985), 8.



Gambar 4.1 = Tata koordinat horizon.

Adapun cara penggunaan *Moon Verificator* dalam rukyatulhلال adalah sebagai berikut:

1. Pastikan permukaan tanah atau lantai yang akan dijadikan tempat



berdirinya *Moon Verificator* datar dan tidak miring.

Gambar 4.2 = Pastikan permukaan tanah datar untuk tempat berdirinya

Moon Verificator.

2. Kemudian dirikan *Moon Verificator* dan pastikan *Moon Verificator* berdiri dengan rata sempurna dengan menggunakan *waterpass* serta jauhkan dari benda-benda yang terbuat dari logam.



Gambar 4.3 = Gunakan *waterpass* untuk memastikan *Moon Verificator* rata dengan sempurna

3. Langkah selanjutnya yaitu menekan tombol *power* yang berwarna merah.



Gambar 4.4 = Tekan tombol *power* yang berwarna merah untuk menyalakan *Moon Verificator*.

4. Setelah *Moon Verificator* menyala, tunggulah proses tutorial singkat *Moon Verificator* pada layar LCD sampai muncul tulisan “Kalibrasi Mencari...”.



Gambar 4.5 = Setelah tutorial singkat akan muncul “Kalibrasi Mencari...” pada LCD.

5. Langkah selanjutnya adalah mencari titik utara, dengan cara putar bagian leher *Moon Verificator* pada pegangan yang menonjol dan berwarna hitam sampai muncul tulisan “Utara Sejati” pada LCD dan tekan # untuk melanjutkan proses selanjutnya.



Gambar 4.6 = Apabila *Moon Verificator* sudah menghadap ke titik utara, maka secara otomatis akan muncul tulisan “Kalibrasi Utara Sejati”.

6. Kemudian menginput data Azimuth dan Altitude benda langit yang ingin diamati dengan cara menekan tombol angka pada *keypad*. Tekan # untuk data Azimuth dan tekan * untuk data altitude. Setelah itu, motor servo horizontal dan vertikal akan bergerak berputar sesuai dengan data yang telah diinput. Namun, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, seperti motor servo yang digunakan penulis hanya bisa berputar 180° dan data yang bisa diinput hanya bisa sampai satuan derajat saja, serta motor servo yang digunakan penulis berputar berlawanan dengan arah jarum jam, dengan kata lain kebalikan dari arah Azimuth itu sendiri,

yaitu searah dengan putaran arah jarum jam (Utara-Timur-Selatan-Barat). Untuk mensiasati itu semua, penulis menggunakan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- a. Apabila Azimuth benda langit berkisar 1° sampai 180° maka $180^{\circ} - Az$
- b. Apabila Azimuth benda langit berkisar 181° sampai 360° maka $360^{\circ} - Az$
- c. Apabila Azimuth benda langit berkisar 1° sampai 180° maka $180 - Alt$
- d. Apabila Azimuth benda langit berkisar 181° sampai 360° maka Alt tetap.



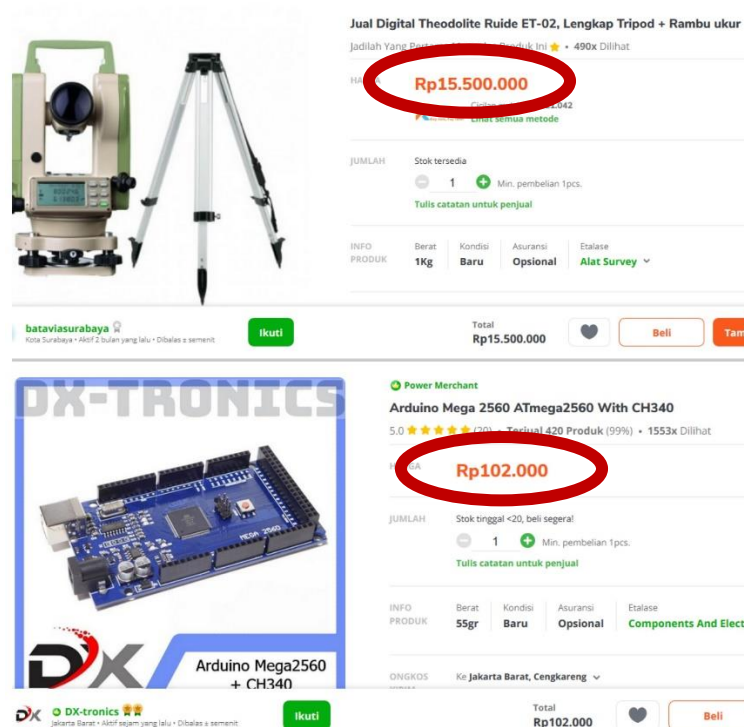
Gambar 4.7 = Tekan # untuk menginput Azimuth dan tekan * untuk menginput Altitude.

B. Analisis Akurasi *Moon Verificator* dalam Rukyatulhilal

Instrumen *Moon Verificator* memiliki beberapa kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan instrumen-instrumen yang lainnya yang sering digunakan dalam rukyatulhilal. Adapun Kelebihan-kelebihan *Moon Verificator* adalah sebagai berikut:

1. Harga yang lebih terjangkau

Beberapa instrumen rukyatulhilal yang sering digunakan seperti *theodolite* dan teleskop robotik memiliki harga yang cukup mahal. Harga kedua instrumen ini bisa mencapai belasan sampai puluhan juta rupiah. Sedangkan untuk *Moon Verificator* penulis hanya membutuhkan modal kurang lebih 400 ribu rupiah. Dan komponen yang paling mahal pada *Moon Verificator* adalah Arduino. Komponen ini, tersebar banyak dipasaran baik pasaran *offline* maupun *online*. Harganya berkisar 90 – 150 ribu rupiah. Dan komponen-komponen yang lainnya juga mudah sekali dibeli dan harganya yang sangat terjangkau.



Gambar 4.8 = Perbandingan harga *theodolite* dan Arduino pada salah satu platform online shop.

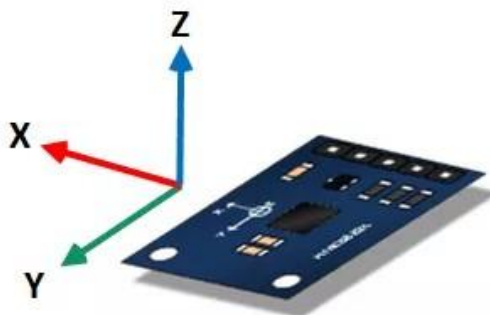
2. Bobot yang ringan

Salah satu problem pada instrumen rukyatulhلال yaitu memiliki beban yang cukup berat. Tapi hal ini tidak berlaku dengan *Moon Verificator*. *Moon Verificator* hanya memiliki beban 1.5 kg, dari berat itu, *Moon Verificator* bisa dibawa dengan mudah dan kemana saja. Bentuknya ramping serta bisa diangkat dengan satu tangan saja. Apalagi lokasi pemantauan hilal bukan hanya di pesisir pantai saja, melainkan ada juga yang berada di perbukitan dan menara. Ini sangat membutuhkan tenaga apabila instrumen yang digunakan memiliki beban yang cukup berat.

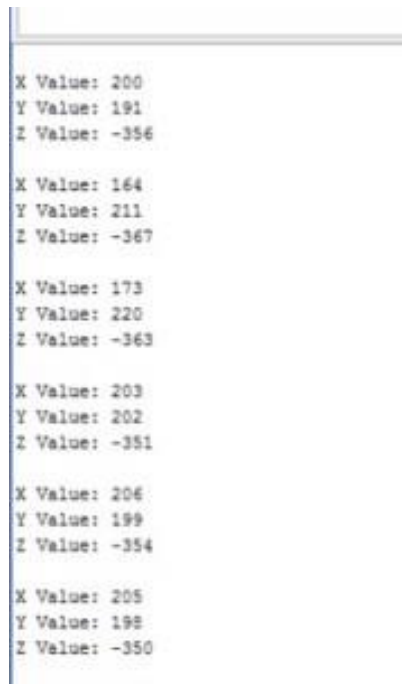
3. Waktu persiapan yang relatif mudah dan cepat.

Salah satu langkah dalam penggunaan *theodolite* dalam rukyatulhilal yaitu melakukan pembidikan arah Matahari untuk menentukan titik utara sejati. Langkah ini harus dilakukan ketika Matahari masih cukup tinggi agar pembidikan mudah untuk dilakukan. Sedangkan pada teleskop robotik memerlukan kalibrasi terlebih dahulu, dengan cara menyesuaikan gerakan teleskop terhadap posisi bintang. Dalam hal ini bintang yang dipakai untuk kalibrasi adalah matahari. Kalibrasi ini bertujuan agar teleskop dapat bergerak ke arah benda langit secara akurat. Kedua instrumen ini, membutuhkan waktu yang cukup lama dalam persiapan rukyatulhilal.

Adapun *Moon Verificator* tidak melakukan pembidikan benda langit lainnya lagi, karena ia menggunakan modul kompas digital. Kompas yang digunakan penulis memiliki 3 sensor sumbu yang sensitif terhadap medan magnet bumi. yaitu sumbu Z untuk sensor vertikal, X untuk sensor utara dan Y untuk sensor timur dan *output* yang dihasilkan sesuai dengan masing-masing sumbu akan berbeda sesuai dengan medan magnet Bumi.



Gambar 4.9 = Sensor Sumbu Kompas Digital GY-273 HMC5883L



```

X Value: 200
Y Value: 191
Z Value: -356

X Value: 164
Y Value: 211
Z Value: -367

X Value: 173
Y Value: 220
Z Value: -363

X Value: 203
Y Value: 202
Z Value: -351

X Value: 206
Y Value: 199
Z Value: -354

X Value: 205
Y Value: 198
Z Value: -350

```

Gambar 4.10 = *Output* Sensor sumbu Kompas Digital GY-273 HMC5883L

Prinsip kerja dari kompas digital yang digunakan oleh penulis sama halnya dengan prinsip kerja kompas analog biasa pada umumnya. Pada kompas analog nilai putaran yang digunakan mulai dari 0° - 360° . Sedangkan pada kompas digital yang digunakan penulis nilai putaran kompasnya mulai dari 100 – 900. Untuk mencari titik utara sejati, penulis terlebih dahulu menggunakan kompas analog sebagai alat bantu, kemudian pada kompas digital penulis menyesuaikan arah utara sejati sesuai dengan arah utara sejati yang ditunjukkan oleh kompas analog. Barulah kemudian penulis memasang patokan nilai (*range*) utara sejati pada kompas digital yaitu 223 – 233. Nilai patokan yang penulis gunakan cukup besar, dikarenakan kompas digital ini sangatlah sensitif.

Jadi, penggunaanya cukup mudah dan tidak perlu waktu yang lama. Hanya cukup menggerakkan bagian leher *Moon Verificator* sampai muncul tulisan pada layar LCD “utara sejati”. Meskipun Matahari sudah hampir terbenam atau bahkan pada malam hari *Moon Verificator* masih dapat digunakan dengan baik.

Tak ada gading yang tak retak. Begitulah bunyi salah satu pepatah yang sering kita dengar. Hal ini mengindikasikan bahwa semua hal mempunyai cela dan kekurangan masing-masing. Begitu pula dengan *Moon Verificator* yang menurut penulis masi jauh dengan kata sempurna, masing banyak yang perlu dikembangkan dalam alat ini. Berikut ini beberapa kekurangan dari *Moon Verificator*:

1. Medan magnet

Selain bumi, benda magnetik juga dapat menghasilkan medan magnet. Daerah di sekitar magnet yang dapat memengaruhi magnet atau benda lain disebut medan magnet. Beberapa benda bahkan tertarik lebih kuat dari yang lain, yaitu bahan logam. Namun tidak semua logam mempunyai daya tarik yang sama terhadap magnet. Besi dan baja adalah dua contoh materi yang mempunyai daya tarik yang tinggi oleh magnet, sedangkan oksigen cair adalah contoh materi yang mempunyai daya tarik yang rendah oleh magnet. Magnet yang terbuat dari besi dan baja disebut juga besi berani atau besi sembrani.⁴

Untuk mendapatkan utara sejati (*true north*) ketika menggunakan kompas, dibutuhkan koreksi deklinasi magnetik terhadap arah jarum kompas . Hal ini karena kutub magnet utara memiliki selisih dengan utara sejati yang besarannya

⁴Wikipedia, “Magnet”, <https://id.wikipedia.org/wiki/Magnet>, diakses 20 Mei 2020.

berubah-ubah. Selisih itu disebut variasi magnet atau juga disebut deklinasi magnetik. Nilai variasi magnet ini selalu berbeda di setiap waktu dan tempat.⁵ Untuk mengatasi hal ini, penulis memasukkan program kalibrasi kompas pada pemograman *Moon Verificator* dan kalibrasi data akan diinput dalam *Moon Verificator*.

2. Motor servo

Kekurangan yang lain pada *Moon Verificator* yaitu terdapat pada motor servo yang digunakan. Penulis menggunakan servo MG995 yaitu jenis Motor servo rotasi posisi (*Positional Rotation*) Jenis ini mempunyai poros *output* berputar setengah lingkaran yang dapat bergerak berlawanan dengan arah jarum jam. Selain itu, terdapat juga roda gigi tambahan sebagai mekanisme untuk mencegah putaran poros motor servo yang melebihi batasnya.⁶ Dan motor servo ini hanya dapat berputar dengan satuan derajat saja, satuan menit dan detik tidak dideteksi oleh motor servo ini. serta motor servo ini hanya dapat berputar 180°. Oleh karena itu, diperlukan pembulatan satuan derajat untuk menginput data-data yang hendak dimasukkan, baik data Azimuth dan Altitude.

Perlu diketahui pula bahwa *Moon verifcator* tidak dapat menunjukkan posisi bulan atau benda langit yang bernilai minus atau dibawah ufuk. Seperti penulis sudah jelaskan diatas bawah motor servo yang digunakan hanya dapat

⁵ Fathiyatus Sa'adah, "Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas Terhadap Penentuan Utara Sejati (*True North*) Di Kota Salatiga", *Tesis* Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang (Semarang, 2013), 3-4, tidak dipublikasikan.

⁶ Afriansyah, "Pengertian motor servo", https://sinaupedia.com/pengertian-motor-servo/#Pengertian_Motor_Servo_Adalah8230, diakses 20 Mei 2020.

berputar 180° saja. Dan ketika benda langit berada pada ketinggian $80^\circ - 90^\circ$. Kita tidak dapat melihat benda langit yang sedang diamati pada teleskop *Moon verifier* dikarenakan bagian lensa *epiece* pada teleskop terhalang olehudukan teleskop yang terbuat dari akrilik.

Untuk menguji keakurasian dari *Moon Verificator* dalam menentukan utara sejati, penulis membandingkan hasil dari *Moon Verificator* dengan metode bayang-bayang Matahari dengan menggunakan tongkat *istiwa'* sebelum dan sesudah Zawwal (tengah hari). Pengujian dilakukan pada 25 Juni 2020 di depan rumah penulis sendiri. Penulis menggunakan mistar busur sebagai pengukur kemelencengan dari kedua metode tersebut, dan hasil dari pengujiannya adalah *Moon Verificator* memiliki kemelencengan sebanyak $2^\circ 30'$ dari hasil pengukuran menggunakan metode bayang-bayang Matahari menggunakan *istiwa'*.

Metode bayang-bayang Matahari merupakan metode yang cukup akurat dalam menentukan arah utara sejati. Dikarenakan metode ini memanfaatkan bayangan tongkat *istiwa'* dari pergerakan Matahari secara langsung. Karena alasan inilah metode bayang-bayangan digunakan sebagai parameter *Moon verifier* dalam menentukan utara sejati.



Gambar 4.11 = Hasil perbandingan utara sejati *Moon Verificator* dan metode bayang-bayang Matahari menggunakan tongkat *istiwa'*

Penulis juga menbandingkan *Moon Verificator* dengan Mizwala dalam menentukan arah utara sejati. Alasan penulis menggunakan Mizwala yaitu dikarenakan Mizwala menggunakan pergerakan Matahari dalam menentukan arah utara sejati. Dengan memanfaatkan bayangan tongkat yang berada ditengah Mizwala. Menentukan utara sejati dengan mizwala dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Persiapkan alat-alat penunjang yang diperlukan, seperti benang, waterpass dan Penggaris.
2. Siapkan data yang diperlukan seperti Bujur tempat, Lintang tempat, Deklinasi Matahari, Equation of time dan lain-lain.

3. Anda dapat menemukan data-data tersebut menggunakan GPS, Google Earth, Win Hisab, Buku Ephemeris dan lain-lain.
4. Letakkan mizwala pada tempat lapang yang memungkinkan terkena sinar matahari, lalu cek kelurusan Gnomon dengan Penggaris segitiga siku-siku, dilanjutkan dengan mengukur kedataran Mizwala dengan waterpass pastikan ketiga bidang dari tripod stabil, ikatkan benang pada Gnomon kurang lebih 20 cm,
5. Hitunglah nilai mizwah atau bayangan tongkat istiwak (gnomon) pada waktu pengamatan
6. Gerakkan bidang dial putar sampai nilai mizwah berada tepat di bawah bayangan gnomon sesuai waktu bidik atau waktu pengamatan.
7. Setelah itu, Titik 0° Mizwala merupakan arah utara sejati.

Sebelum melakukan pengamatan penulis terlebih dahulu, menghitung nilai Mizwah dari Mizwala, penulis menghitung 4 waktu pengamatan, yaitu pukul 10:20 WITA, 10:25 WITA, 10:30 WITA dan 10:35 WITA tanggal 12 Juli 2020 M. adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut:

Lintang tempat $= 1^{\circ}06'07''$ LU

Bujur tempat $= 120^{\circ}50'25''$ BT

Deklinasi Matahari jam 10 WITA / 2 GMT $= 21^{\circ}55'06''$

Deklinasi Matahari jam 11 WITA / 3 GMT $= 21^{\circ}54'45''$

Equation of time Matahari 10 WITA / 2 GMT $= -0j 5m 40d$

Equation of time Matahari 11 WITA / 3 GMT = -0j 5m 40d

Hal pertama yang harus dilakukan, yaitu tentukan sudut waktu matahari pada saat akan dilakukan pengamatan dengan rumus :

$$t = WD + e - (BD - BT^x) : 15 - 12 = \dots \times 15$$

$$= 10j 20 m + (-0j 5m 40d) - (120^\circ - 120^\circ 50' 25'') : 15 - 12 = \dots \times 15$$

$$t = -25^\circ 34' 35''$$

Selanjutnya hitung arah Matahari dengan rumus :

$$\text{Cotan Am} = \tan \delta \cdot \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

$$= \tan 21^\circ 54' 59'' \cdot \cos 1^\circ 06' 07'' : \sin 25^\circ 34' 35'' - \sin 1^\circ 06' 07'' : \tan 25^\circ 35' 35''$$

$$\text{Arah Matahari} = 48^\circ 16' 49,38''$$

$$\text{Azimuth Matahari} = 48^\circ 16' 49,38''$$

$$\begin{aligned} \text{Mizwah} &= 180^\circ + \text{azimuth matahari} \\ &= 180^\circ + 48^\circ 16' 49,38'' \\ &= 228^\circ 16' 49'' \end{aligned}$$

Berikut ini selisih pengukuran utara sejati menggunakan Mizwala dan *Moon Verifactor*:

Jam pengamatan	Mizwah	Selisih dengan <i>Moon Verifactor</i>
10:20 WITA	228° 16' 49''	2° 30'
10:25 WITA	226° 57' 23''	2° 35'
10:30 WITA	225° 32' 49''	2° 32'
10:35 WITA	224° 2' 49''	2° 31'
Nilai rata-rata		2° 32'



Gambar 4.12 = Perbandingan pengukuran utara sejati menggunakan Mizwala dan *Moon Verificator*.

Beberapa pengamatan hilal dan Bulan sabit muda menggunakan *Moon Verificator*. Pada awalnya, penulis melakukan pengamatan pada akhir bulan Ramadan tanggal 29 Ramadan 1441 H. Namun secara hisab mustahil hilal pada hari tersebut mustahil dapat terlihat. Dengan alasan sampai matahari terbenam ijtimak belum terjadi pada hari itu. Ijtimak baru terjadi pada keesokan harinya, tepatnya pada pukul 01:39 WITA. Pada keesokan harinya penulis mencoba melakukan pengamatan lagi. Namun sayang, cuaca pada hari tersebut kurang mendukung, terjadi hujan lebat disertai angin kencang.

Penulis baru bisa melakukan pengamatan yang pertama pada tanggal 1 Syawal 1441 H bertepatan dengan 24 Mei 2020 di Pantai Lalos, Kab. Toli-toli, Prov. Sulawesi Tengah. Penulis menggunakan data ephemeris dalam perhitungan sebagai acuan dalam pengamatan Hilal:

Lintang tempat	1°7' LU
Bujur tempat	120°46'48'' BT
Tinggi tempat	4 mdpl
Jam pengamatan	17:59:17 Wita
Azimuthh Hilal	$360 - 293^{\circ}34'39'' = 66^{\circ}25'21''$ (dibulatkan menjadi 66°)
Altitude Hilal	$17^{\circ}26'26''$

Hasil pengamatan pertama yang dilakukan penulis yaitu hilal belum bisa terlihat dikarenakan terhalang oleh awan tebal. Meskipun cuaca pada saat itu cukup cerah namun hilal masih berada dibalik awan.

Kemudian penulis melakukan pengamatan kedua pada keesokan harinya lagi, tanggal 2 syawal 1441 H / 25 Mei 2020 M di tempat yang berbeda yaitu di pantai Kalangkangan, Kab. Toli-toli, Prov. Sulawesi Tengah. Adapun data-data penulis yang gunakan sebagai berikut:

Lintang tempat	1°4'50'' LU
Bujur tempat	120°47'56'' BT
Tinggi tempat	5 mdpl
Jam pengamatan	18:06 Wita
Azimuthh Bulan	$360 - 296^{\circ}44'31' = 63^{\circ}15'29''$ (dibulatkan menjadi 63°)
Altitude Bulan	$27^{\circ}23'13''$ (dibulatkan menjadi 27°)

Pada pengamatan kali ini, *Moon Verificator* berhasil menunjukkan dan memverifikasi posisi Bulan sabit muda. Dan penulis menggunakan adaptor yang

dipasang di teleskop *Moon Verificator* disambungkan dengan *smartphone* untuk memotret citra Bulan sabit muda.



Gambar 4.13 = Citra Bulan sabit muda yang dilihat dari *Moon Verificator*.

Kemudian penulis melakukan pengamatan ketiga kalinya di tempat yang sama untuk memastikan keakuratan *Moon verificator* dengan data-data sebagai berikut:

Jam pengamatan	18:27 Wita
Azimuthh Bulan	$360^{\circ} - 295^{\circ}45'14'' = 64^{\circ}14'46''$ (dibulatkan menjadi 64°)
Altitude Bulan	$22^{\circ}47'59''$ (dibukatkan menjadi 22°)

Hasil pengamatan ketiga kalinya sama dengan pengamatan kedua kalinya yaitu *Moon Verificator* berhasil menunjukkan dan memverifikasi posisi Bulan sabit muda.



Gambar 4.14 = Pengamatan Bulan yang ketiga di Pantai Kalangkangan.

Kemudian penulis melakukan pengamatan lagi ditempat yang sama dengan data-data sebagai berikut:

Jam pengamatan	18:27 Wita
Azimuthh Bulan	$360^{\circ} - 295^{\circ}45'14'' = 64^{\circ}14'46''$ (dibulatkan menjadi 64°)
Altitude Bulan	$22^{\circ}47'59''$ (dibukatkan menjadi 22°)



Gambar 4.15 = Pengamatan keempat menggunakan *Moon Verificator*

Pada pengamatan keempat ini, *Moon Verificator* juga berhasil menunjukkan dan memverifikasi posisi Bulan. Berdasarkan beberapa pengamatan yang dilakukan penulis diatas ada beberapa koreksi yang diperlu perhatikan seperti posisi Bulan yang dilihat dari teleskop *Moon Verificator* tidak berada di tengah-tengah teleskop (*center*) melainkan kadang berada di atas, samping dan bawah. Menurut hemat penulis, ini sebabkan karena adanya pembulatan dalam menginput data yang akan dimasukkan ke *Moon Verificator*. Dan dalam menentukan titik utara memerlukan lagi koreksi $2^{\circ}32'$ (nilai rata-rata selisih Utara Mizwala dan *Moon Verificator*). Koreksi ini digunakan sebab modul kompas pada *Moon Verificator* agak miring senilai dengan koreksi tersebut. Sesuai dengan pengujian *Moon Verificator* dengan metode bayang-bayang Matahari menggunakan tongkat *Isitwa'* dalam menentukan utara sejati yang penulis sudah jelaskan di atas. Kemelencengan utara sejati dapat berubah jikalau ada benda yang bermuatan

logam berada pada *Moon Verificator*. Sebab modul kompas yang digunakan sangatlah sensitif.

Terlepas dari itu semua, penulis dapat menilai bahwa *Moon Verificator* dapat menunjukkan posisi Bulan dan memverifikasi data yang digunakan dengan cukup akurat, terbukti dengan terlihatnya Bulan pada teleskop *Moon Verificator* dan dapat pula dipotret menggunakan *smartphone*. Meskipun motor servo pada *Moon Verificator* tidak bisa berputar sampai pada satuan detik busur seperti halnya *theodolite* yang bisa diputar sampai dengan satuan detik busur.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pembahasan dan hasil penelitian tentang *Moon Verificator Dengan Output Visual Dalam Rukyatulhilar* dapat diambil kesimpulan, bahwa :

1. Proses perakitan dan pemograman *Moon Verificator* menggunakan konsep *Physcal computing*. Yaitu sebuah konsep pembuatan sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan *software* dan *hardware* yang memiliki sifat interaktif. Pengaplikasiannya dapat digunakan dalam desain alat atau proyek yang menggunakan sensor dan mikrokontroler. Penulis dalam hal ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai tempat pemogrmannya. Adapun bahasa pemograman yang digunakan merupakan pengembangan dari bahasa C++ yang cukup mudah dipahami dibandingkan dengan bahasa pemograman yang lainnya. Salah satu kelebihan dari Arduino yaitu bersifat *open source*, yang bisa digunakan oleh semua orang. Dan dalam perakitan *Moon Verificator* penulis juga menggunakan *library* tambahan untuk mempermudah dalam proses pemogramannya. Pergerakan *Mounting* dari *Moon Verificator* menggunakan *Mounting Altzimuth* yang dapat berputar 180° secara horizontal dan 180° secara vertikal dan data yang bisa dinput hanya satuan derajat saja. Dikarenakan motor servo yang digunakan hanya bisa berputar pada satuan derajat. Adapun kompas digital yang digunakan penulis

memiliki 3 sumbu sensor magnet Bumi yaitu Z untuk sensor sumbu vertikal, X untuk sensor sumbu Utara dan Y untuk sensor sumbu Timur. Serta teleskop yang digunakan penulis memiliki pembesaran sebanyak 60 x.

2. Hasil pengukuran utara sejati menggunakan *Moon Verificator* hanya memiliki selisih $2^{\circ} 32'$ dari hasil rata-rata pengukuran utara sejati menggunakan Mizwala. Adapun dalam pengamatan Hilal, *Moon verificator* dapat menunjukkan posisi Bulan dan memverifikasi data yang digunakan penulis dengan benar. Namun, posisi Bulan ketika dilihat dari teleskop *Moon Verificator* tidaklah berada ditengah-tengah teleskop. Melainkan kadang berada di bawah, samping dan atas. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut yaitu motor servo yang digunakan penulis, yang hanya bisa berputar sampai dengan satuan derajat saja dan berputar berlawanan dengan arah jarum jam. Maka dari itu, penulis menggunakan ketentuan-ketentuan dalam penginputan data pada *Moon Verificator*. Faktor lain yang mempengaruhinya yaitu pembulatan data yang akan diinput oleh penulis. *Moon Verificator* akan lebih akurat keika menggunakan motor servo yang dapat berputar sampai satuan derajat dan kompas digital yang lebih stabil. Atas dasar di atas, *Moon Verificator* dinilai cukup akurat.

B. Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan yang diambil sebagaimana disebutkan diatas, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penggunaan *Moon Verificator* dalam rukayatulhilal akan lebih efektif jika menggunakan motor servo yang dapat berputar sampai dengan satuan detik dan juga menggunakan kompas digital yang lebih stabil.
2. Hendaknya senantiasa melakukan inovasi-inovasi baru dalam bidang falak khususnya menggunakan teknologi. Masih banyak sekali peluang pengembangan dan terobosan-terobosan baru untuk instrument-instrumen falak.

C. Penutup

Puji syukur penulis hatirkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan, kenikmatan dan karuni yang tidak terhitung jumlahnya kepada penulis, yang pada akhirnya dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini. Penulis telah berusaha semampu mungkin untuk menyempurnakan penelitian. Namun tidak dapatungkiri masih banyak kekurangan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Tak lupa juga penulis berdoa, semoga penelitian dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca serta pemerhati ilmu falak pada umumnya. Semoga penyusunan skripsi ini mendapat ridlo Allah SWT. *Amin, Wallahu A'lamu bi al-Shawab.*

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah. "Pengertian motor servo", https://sinaupedia.com/pengertian-motor-servo/#Pengertian_Motor_Servo_Aadalah8230, 20 Mei 2020.
- Al-Bukhārī. *Sahīh al-Bukhārī*. Jilid II. Beirut: Dār al-Fikr, 1994
- _____. *Sahīh al-Bukhārī*. Riyadh: Dār al-Salam, 1997.
- al-Zuhaili, Wahbab. *al-Fiqh al-Islamī Wa Adilatuhu*. Jilid II. Damaskus: Dār al-Fikr. 1996.
- An-Nawawī. *Sahih Muslim Bi Syarh an-Nawawī*. Jilid VII. Beirut: Dār al-Fikr, 1972.
- Arduino. "Arduino – Introduction", <https://www.Arduino.cc/en/Guide/Introduction>, Maret 2020.
- Arief, Fahmi Fardiyan dkk. "Kompas Digital Dengan Output Suara Berbasis Mikrokontroler AT89S52", *Jurnal Telkomnika*, Vo. 6, 2008.
- Arifin, Jaenal. "Fiqih Hisab Rukyah Di Indonesia (Telaah Penetapan Sistem Awal Bulan Qamariyyah)", *Jurnal Yudisia*, Vol. 5, 2014.
- Arifin, Zainul. *Ilmu Falak Cara Menghitung Dan Menentukan Arah Kiblat, Rashdul Kiblat, Awal Waktu Shalat, Kalender Penanggalan, Awal Bulan Qomariyah (Hisab Kontemporer)*. Yogyakarta: Lukita, 2012.
- Arikunto, Suharsimi. *Manajemen Penelitian*. Jakarta : Rineka Cipta, 1990.
- as-Asqalani, Ibnu Hajar. *Fathu al-Bārī Syarh Shahīh al-Bukhārī*. Jilid IV. Beirut: Dār al-Fikr. 1972.
- As-San'ani. *Subulu as-Salām*. Beirut: Dār al-Fikr. tth.
- as-Shobuniy, Muhammad Ali. *Durrat at-Ta'faasir*. Beirut: al-Maktabah al-'Ashriyyah, 2008.

- As-Suyuthi, Jalaluddin. *Lubab Al-Nuqul Fi Asbab Al-Nuzul*. Riyadh: Al-Riyadh Al-Haditsah.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2012.
- _____. *Ensiklopedia Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Cet. II. 2012.
- _____. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, Cet. III, 2011.
- _____. *Hisab Rukyat, Wacana Untuk Membangun Kebersamaan Di Tengah Perbedaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2007.
- Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Cet. III 2001.
- Baker, Robert H. *Astronomy A Textbook For University And College Student*. New York: D. Van Nostrand Company. 1955.
- Bashori, Muh. Hadi. *Penanggalan Islam Peradaban Tanpa Penanggalan, Inilah Pilihan Kita?*. Jakarta: Elex Media Komputindo. 2013.
- _____. *Pengantar Ilmu falak, Pedoman Lengkap Tentang Teori Dan Praktik Hisab Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah Dan Gerhana*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- Bisri, Adib and AF, Munawwir *Al-Bisri Kamus Arab – Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif. 1999.
- blog UNNES. “Pengertian,Fungsi Dan Prinsip Kerja Potensiometer”, <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-fungsi-dan-prinsip-kerja-potensiometer/>, 20 Februari 2020.
- Butar-butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan (Deskripsi-Historis Tentang Tradisi, Inovasi Dan Kontribusi Peradaban Islam Bidang Astronomi)*. Purwokerto: UM Purwokerto Press. 2016.
- _____. *Problematika Penentuan Awal Bulan, Diskursus Antara Hisab dan Rukyat*, (Malang: Madani, 2014).

- Dermanto, Trikueni “Desain Sistem Kontrol”, <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>, 19 Maret 2020.
- Gunawan, Imam. *Metode Penelitian Kualitatif Teori Dan Praktik*. Jakarta: Bumi Aksara. 2013.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*,. Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang. 2011.
- _____. *Ilmu Falak 1, Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang. 2011.
- Hermuzi, Nofran. “Uji Kelayakan Bukit Cermin Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau Sebagai Tempat Rukyatulhila (Analisis Geografis, Meteorologis Dan Klimatologis)”. *Skripsi* UIN Walisongo Semarang. Semarang. 2018. tidak dipublikasikan.
- Hilal, Ahmad and Manan, Saiful. “Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu”, *Jurnal Gema Teknologi*, Vol. 17, 2012 –2013
- Himayatika, Risyah. “Teknik Rukyatul Hilal Tanpa Alat Optik (Analisis Hasil Rukyatul Hilal Muhammad Inwanuddin)”. *Tesis* Pascasarjana UIN Walisongo Semarang. Semarang. 2019. tidak dipublikasikan.
- Husen, M. Muslih. “Hadis Kuraib Dalam Konsep Rukyatul Hilal”, *Jurnal Penelitian*, Vol. 13. 2016.
- Ihsanto, Eko and Triwijayanto, Andhy. “Rancang Bangun Vip Lift Dengan Rfid Berbasis Mikrokontroler AT89S51”, *Jurnal Teknologi*, Vol. 4, 2013.
- Indonesia, Badan Hisab Rukyah Kementerian Republik. *Almanak Hisab Rukyah*. Jakarta: DIPA Bimas Islam. 2010.
- Irvan and Hermawan, Leo. “Mengenal Jenis-jenis Teleskop dan Penggunaannya”, *Jurnal al-Marshad*, Vol. 5, 2019.

Izzuddin, Ahmad, *Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab – Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: Pustaka Riski Putra. Cet. II. 2012.

_____. *Fiqih Hisab Rukyah, Menyatukan NU & Muhammaadiyah Dalam Penentuan Awal Ramadhan. Idul Fitri dan Idul Adha* .Jakarta: Erlangga. 2007.

_____, “Dinamika Hisab Rukyat Di Indonesia”, *Jurnal Istimbath Hukum*, Vol. 12, 2015.

_____, “Hisab Rukyah Islam Kejawen (Studi Atas Metode Hisab Rukyah Sistem Aboge), *Jurnal Al Manahij*, Vol. 09, Juni, 2015.

Jumal, Muhammad. “Akurasi Data Posisi Matahari Dan Bulan Aplikasi Islamicastro Untuk Rukyatul Hilal”. *Skripsi* UIN Walisongo Semarang. Semarang: 2019. tidak dipublikasikan.

Junaidi and Prabowo, Yuliyah Dwi. *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja, 2013.

Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.

_____. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka. 2004.

Kurnia, Deni *Belajar Sendiri Arduino Tingkat Dasar*. tt: ttp, tth.

Majid, Maulana. “Implementasi Arduino Mega 2560 Untuk Kontrol Miniatur Elevator Barang Otomatis”. *Skripsi* Universitas Negeri Semarang. Semarang. 2016. tidak dipublikasikan.

Meus, Jean. *Astronomical Algorithms*. Virginia: Willmann Bell. Inc. 1991.

Muslim bin Hajjaj. *Shahīh Muslim*. Juz II. Beirut: Dār Al-Kotob Al-Ilmiyah. 1992.

- Nashirudin, Muh. “Tinjauan Fikih dan Astronomis Penyatuan Mathla’: Menelusuri pemikiran M.S. Odeh Tentang Ragam Penyatuan Mathla’”, *Ijtihad, Jurnal Wacana Hukum Islam dan Kemanusiaan*, Vol. 12, 2012.
- Nazir, Moh. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia. Cet. XVII. 2017.
- Penterjemah Dewan. *Al Qur’an dan Terjemahnya*. Jakarta: Yayasan Penyelenggara dan Penterjemah / Pentafsir Al Qur’an. 1971.
- Prastowo, Andi. *Metode Penelitian Kualitatif, Dalam Prespektif Rancangan Penelitian*. Yogyakarta: ar-Ruzz Media. 2012.
- Pusat Akriliki. “Apa itu Ackrylic atau akirliki?”, <http://pusatakrilik.com/artikel/41/apa-itu-acrylic-atau-akrilik/>, 17 Mei 2020.
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Depok: Raja Grafindo Persada. 2017.
- Raisal, Abu Yazid. “berbagai Konsep Hilal di Indonesia”, *Al Marshad*, Vol. 4, 2018.
- Rida Muhammad Rasyid dkk. *Hisab Bulan Kamariah Tinjaun Syar’i Tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawwal Dan Dzuhijjah*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2012.
- Rijal, Arhamu. “Uji Akurasi *Hilal Tracker Tripod* Untuk Rukyatulhilal”. *Skripsi UIN Walisongo Semarang*. Semarang, 2017. tidak dipublikasikan.
- Sa’adah, Fathiyatus. “Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas Terhadap Penentuan Utara Sejati (*True North*) Di Kota Salatiga”. *Tesis Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang*. Semarang. 2013. tidak dipublikasikan.
- Sajaya, Mada dkk. *Algortima Arah Kiblat Al-Biruni Dalam Kitab Tahdid Nihayat Al-Amakin Listashih Masafat Al-Masakin*. Bandung: Bolabot. Cet. III. 2019.
- Saksono, Tono *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita, 2007.

Santoso, Arif Beni dkk. “Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Pengereman, Dan Palang Pintu Pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler”, *Jurnal Fema*, Vol. 1, 2013.

Sejati, Purnomo. “Mengenal Komunikasi I²C (*Inter Integrated Circuit*)”, <https://purnomo-sejati.wordpress.com/2011/08/25/mengenal-komunikasi-i2cinter-integrated-circuit/>, 06 April 2020.

sekitar kita blogspot. “Pengertian Motor Servo, Prinsip, Jenis Serta Kelebihan Kelemahannya”, <http://sekitarkita0.blogspot.com/2018/03/pengertian-motor-servo-dan-jenis-motor.html?m=1>, 19 Februari 2020.

Simamora. *Ilmu Falak Kosmografi*. Jakarta: Pedjuang Bangsa. 1985.

Situs Tentang Teleskop dari A hingga Z. “ Apa saja jenis-jenis teleskop?”, <https://toko-teleskop.co.id/2017/12/30/apa-saja-jenis-jenis-dudukan-teleskop/>, 16 Mei 2020.

Splashtronic. “Modul Kompas GY-273 HMC5883L”, <https://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-kompas-gy-273-hmc5883l/>, 19 Februari 2020.

SS, Noor Ahmad. *Nūrul Anwār Min Muntahāl Aqwāl Fi Ma'rifat Hisābis Sinīn Wal Hilāl Wa al-Khusūf Wa al-Kusūf A'la al-Haqīqi Bi Al-Tahqīq Bi Al-Rosd Al-Jadīd*. Kudus: Madrasah TBS Kudus.tth.

Stepu, Jimmi. “Fungsi Resistor, Pengertian dan Contoh Rangkainnya”, <https://mikroavr.com/fungsi-resistor-dan-contoh-rangkainnya/>, 20 Februari 2020.

Sumarsono and Saptaningtyas, Dwiatmi Wahyu. “Pengembangan Mikrokontroler Sebagai *Remote Control* Berbasis Android”, *Jurnal Teknik Informatika*, Vol 11, 2018.

Teknik Elektronika, “Pengertian PCB (Printed Circuit Board) dan jeni-jenis PCB”, <https://teknikelektronika.com/pengertian-pcb-printed-circuit-board-jenis-jenis-pcb/>, 19 Maret 2020.

Teknik Elektronika. “Pengertian Baterai dan Jenis-jenisnya”, <https://teknikelektronika.com/pengertian-baterai-jenis-jenis-baterai/>, 06 April 2020.

Toko Komputer. “Kabel Dupont Jumper – Bisa dipakai untuk Arduino atau Breadboard”, <https://tokokomputer007.com/kabel-dupont-jumper-bisa-dipakai-untuk-arduino-atau-breadboard/>, 25 Maret 2020.

Tronic Splash. “Modul Kompas Digital GY-273 HMC5883L”, <https://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-kompas-gy-273-hmc5883l/>, 19 Maret 2020.

Wensinck, A.J. *Al-Mu’jam al-Mufahras Li al-Fādzi al-Hadīts an-Nabawī*. Jilid II. Leiden: E.J. Brill. 1943.

Wikipedia, “Keypad”, <https://id.wikipedia.org/wiki/Keypad>, diakses 06 April 2020.

Wikipedia. “Magnet”, <https://id.wikipedia.org/wiki/Magnet>, 20 Mei 2020.

Wikipedia. “Penampil Kristal Cair”, https://id.m.wikipedia.org/wiki/Penampil_Kristal_Cair, 19 Februari 2020.

Wikipedia. “*Monocular*”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Monocular>, 25 Januari 2020.

Zainuddin, Aziz dkk. *Kompas Digital Penunjuk Arah Kiblat dengan Output Visual*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, tth.

LAMPIRAN

24 Mei 2020

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	77° 47' 23"	-1° 01' 52"	76° 49' 50"	21° 50' 57"	0° 55' 41"	15' 10.49"	268° 46' 59"	0.01607
1	78° 18' 46"	0° 59' 03"	77° 23' 15"	21° 56' 32"	0° 55' 42"	15' 10.81"	268° 41' 29"	0.01714
2	78° 50' 10"	0° 56' 13"	77° 56' 44"	22° 02' 01"	0° 55' 44"	15' 11.13"	268° 37' 10"	0.01824
3	79° 21' 36"	0° 53' 23"	78° 30' 17"	22° 07' 23"	0° 55' 45"	15' 11.45"	268° 33' 56"	0.01938
4	79° 53' 03"	0° 50' 33"	79° 03' 53"	22° 12' 39"	0° 55' 46"	15' 11.77"	268° 31' 42"	0.02056
5	80° 24' 31"	0° 47' 43"	79° 37' 34"	22° 17' 48"	0° 55' 47"	15' 12.09"	268° 30' 23"	0.02177
6	80° 55' 60"	0° 44' 52"	80° 11' 19"	22° 22' 50"	0° 55' 48"	15' 12.41"	268° 29' 55"	0.02302
7	81° 27' 30"	0° 42' 00"	80° 45' 07"	22° 27' 46"	0° 55' 49"	15' 12.74"	268° 30' 14"	0.02430
8	81° 59' 02"	0° 39' 09"	81° 18' 59"	22° 32' 34"	0° 55' 51"	15' 13.06"	268° 31' 18"	0.02562
9	82° 30' 34"	0° 36' 17"	81° 52' 54"	22° 37' 16"	0° 55' 52"	15' 13.39"	268° 33' 01"	0.02698
10	83° 02' 08"	0° 33' 24"	82° 26' 53"	22° 41' 51"	0° 55' 53"	15' 13.71"	268° 35' 23"	0.02837
11	83° 33' 44"	0° 30' 32"	83° 00' 56"	22° 46' 18"	0° 55' 54"	15' 14.04"	268° 38' 20"	0.02979
12	84° 05' 20"	0° 27' 39"	83° 35' 02"	22° 50' 39"	0° 55' 55"	15' 14.37"	268° 41' 51"	0.03126
13	84° 36' 58"	0° 24' 46"	84° 09' 12"	22° 54' 53"	0° 55' 57"	15' 14.70"	268° 45' 52"	0.03275
14	85° 08' 37"	0° 21' 52"	84° 43' 26"	22° 58' 59"	0° 55' 58"	15' 15.03"	268° 50' 23"	0.03428
15	85° 40' 17"	0° 19' 01"	85° 17' 43"	23° 02' 56"	0° 55' 59"	15' 15.36"	268° 55' 27"	0.03585
16	86° 11' 59"	0° 16' 07"	85° 52' 03"	23° 06' 48"	0° 56' 00"	15' 15.69"	269° 0' 50"	0.03745
17	86° 43' 41"	0° 13' 13"	86° 26' 26"	23° 10' 33"	0° 56' 02"	15' 16.02"	269° 6' 38"	0.03909
18	87° 15' 25"	0° 10' 19"	87° 00' 53"	23° 14' 10"	0° 56' 03"	15' 16.35"	269° 12' 49"	0.04076
19	87° 47' 11"	0° 7' 24"	87° 35' 23"	23° 17' 40"	0° 56' 04"	15' 16.69"	269° 19' 21"	0.04247
20	88° 18' 57"	0° 4' 30"	88° 09' 56"	23° 21' 03"	0° 56' 05"	15' 17.02"	269° 26' 14"	0.04421
21	88° 50' 45"	0° 1' 35"	88° 44' 32"	23° 24' 18"	0° 56' 06"	15' 17.36"	269° 33' 26"	0.04599
22	89° 22' 34"	0° 01' 20"	89° 19' 12"	23° 27' 26"	0° 56' 08"	15' 17.69"	269° 40' 57"	0.04780
23	89° 54' 24"	0° 04' 15"	89° 53' 54"	23° 30' 26"	0° 56' 09"	15' 18.03"	269° 48' 45"	0.04965
24	90° 26' 16"	0° 07' 10"	90° 28' 39"	23° 33' 19"	0° 56' 10"	15' 18.37"	269° 56' 49"	0.05153

25 Mei 2020

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	90° 26' 16"	0° 07' 10"	90° 28' 39"	23° 33' 19"	0° 56' 10"	15' 18.37"	269° 56' 49"	0.05153
1	90° 58' 09"	0° 10' 05"	91° 03' 27"	23° 36' 04"	0° 56' 11"	15' 18.70"	270° 5' 09"	0.05345
2	91° 30' 03"	0° 13' 00"	91° 38' 18"	23° 38' 41"	0° 56' 13"	15' 19.04"	270° 13' 45"	0.05540
3	92° 01' 59"	0° 15' 56"	92° 13' 12"	23° 41' 11"	0° 56' 14"	15' 19.38"	270° 22' 34"	0.05739
4	92° 33' 55"	0° 18' 51"	92° 48' 09"	23° 43' 33"	0° 56' 15"	15' 19.72"	270° 31' 37"	0.05941
5	93° 05' 54"	0° 21' 47"	93° 23' 08"	23° 45' 47"	0° 56' 16"	15' 20.06"	270° 40' 52"	0.06147
6	93° 37' 53"	0° 24' 42"	93° 58' 09"	23° 47' 53"	0° 56' 18"	15' 20.41"	270° 50' 20"	0.06356
7	94° 09' 54"	0° 27' 38"	94° 33' 14"	23° 49' 52"	0° 56' 19"	15' 20.75"	271° 0' 00"	0.06568
8	94° 41' 56"	0° 30' 33"	95° 08' 20"	23° 51' 43"	0° 56' 20"	15' 21.09"	271° 9' 51"	0.06784
9	95° 13' 59"	0° 33' 28"	95° 43' 29"	23° 53' 26"	0° 56' 21"	15' 21.43"	271° 19' 52"	0.07004
10	95° 46' 04"	0° 36' 24"	96° 18' 41"	23° 55' 01"	0° 56' 23"	15' 21.78"	271° 30' 03"	0.07226
11	96° 18' 10"	0° 39' 19"	96° 53' 54"	23° 56' 28"	0° 56' 24"	15' 22.12"	271° 40' 24"	0.07452
12	96° 50' 18"	0° 42' 14"	97° 29' 10"	23° 57' 47"	0° 56' 25"	15' 22.47"	271° 50' 54"	0.07682
13	97° 22' 26"	0° 45' 09"	98° 04' 28"	23° 58' 58"	0° 56' 26"	15' 22.82"	272° 1' 33"	0.07915
14	97° 54' 36"	0° 48' 04"	98° 39' 48"	24° 00' 01"	0° 56' 28"	15' 23.16"	272° 12' 20"	0.08151
15	98° 26' 48"	0° 50' 59"	99° 15' 10"	24° 00' 56"	0° 56' 29"	15' 23.51"	272° 23' 15"	0.08391
16	98° 59' 01"	0° 53' 54"	99° 50' 34"	24° 01' 42"	0° 56' 30"	15' 23.86"	272° 34' 18"	0.08634
17	99° 31' 15"	0° 56' 49"	100° 25' 60"	24° 02' 21"	0° 56' 32"	15' 24.21"	272° 45' 28"	0.08880
18	100° 03' 31"	0° 59' 43"	101° 01' 27"	24° 02' 52"	0° 56' 33"	15' 24.56"	272° 56' 44"	0.09129
19	100° 35' 48"	1° 02' 37"	101° 36' 56"	24° 03' 14"	0° 56' 34"	15' 24.91"	273° 8' 07"	0.09382
20	101° 08' 06"	1° 05' 31"	102° 12' 27"	24° 03' 29"	0° 56' 35"	15' 25.26"	273° 19' 36"	0.09639
21	101° 40' 26"	1° 08' 25"	102° 47' 60"	24° 03' 35"	0° 56' 37"	15' 25.61"	273° 31' 11"	0.09898
22	102° 12' 47"	1° 11' 19"	103° 23' 33"	24° 03' 33"	0° 56' 38"	15' 25.96"	273° 42' 52"	0.10161
23	102° 45' 09"	1° 14' 12"	103° 59' 09"	24° 03' 22"	0° 56' 39"	15' 26.31"	273° 54' 37"	0.10427
24	103° 17' 33"	1° 17' 05"	104° 34' 45"	24° 03' 04"	0° 56' 41"	15' 26.67"	274° 6' 28"	0.10696

12 Juli 2020

DATA MATAHARI

Jan	Ecliptic Longitude)	Ecliptic Latitude)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	110° 07' 23"	-0.60"	111° 45' 30"	21° 55' 49"	1.0165943	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 40 s
1	110° 09' 46"	-0.60"	111° 48' 03"	21° 55' 28"	1.0165931	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 40 s
2	110° 12' 09"	-0.60"	111° 50' 35"	21° 55' 06"	1.0165919	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 40 s
3	110° 14' 32"	-0.60"	111° 53' 08"	21° 54' 45"	1.0165907	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 40 s
4	110° 16' 55"	-0.60"	111° 55' 40"	21° 54' 24"	1.0165895	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 41 s
5	110° 19' 18"	-0.60"	111° 58' 13"	21° 54' 03"	1.0165882	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 41 s
6	110° 21' 41"	-0.59"	112° 00' 45"	21° 53' 42"	1.0165870	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 41 s
7	110° 24' 04"	-0.59"	112° 03' 18"	21° 53' 20"	1.0165858	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 42 s
8	110° 26' 27"	-0.59"	112° 05' 50"	21° 52' 59"	1.0165845	15'43.97"	23° 26' 12"	-5 m 42 s
9	110° 28' 50"	-0.59"	112° 08' 22"	21° 52' 37"	1.0165833	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 42 s
10	110° 31' 13"	-0.59"	112° 10' 55"	21° 52' 16"	1.0165820	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 43 s
11	110° 33' 36"	-0.59"	112° 13' 27"	21° 51' 54"	1.0165807	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 43 s
12	110° 35' 59"	-0.59"	112° 15' 59"	21° 51' 33"	1.0165795	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 43 s
13	110° 38' 23"	-0.59"	112° 18' 32"	21° 51' 11"	1.0165782	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 43 s
14	110° 40' 46"	-0.58"	112° 21' 04"	21° 50' 50"	1.0165769	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 44 s
15	110° 43' 09"	-0.58"	112° 23' 37"	21° 50' 28"	1.0165756	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 44 s
16	110° 45' 32"	-0.58"	112° 26' 09"	21° 50' 06"	1.0165743	15'43.98"	23° 26' 12"	-5 m 44 s
17	110° 47' 55"	-0.58"	112° 28' 41"	21° 49' 45"	1.0165730	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 45 s
18	110° 50' 18"	-0.58"	112° 31' 13"	21° 49' 23"	1.0165716	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 45 s
19	110° 52' 41"	-0.58"	112° 33' 46"	21° 49' 01"	1.0165703	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 45 s
20	110° 55' 04"	-0.57"	112° 36' 18"	21° 48' 39"	1.0165690	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 46 s
21	110° 57' 27"	-0.57"	112° 38' 50"	21° 48' 17"	1.0165676	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 46 s
22	110° 59' 50"	-0.57"	112° 41' 22"	21° 47' 55"	1.0165663	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 46 s
23	111° 02' 13"	-0.57"	112° 43' 55"	21° 47' 33"	1.0165649	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 46 s
24	111° 04' 36"	-0.57"	112° 46' 27"	21° 47' 11"	1.0165635	15'43.99"	23° 26' 12"	-5 m 47 s

*) for mean equinox of date

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Fajrullah
Tempat tanggal lahir : Singga, 26 Februari 1998
Alamat asal : Jl. Padi Gata, Dusun Singga, Desa Lakatan, Kec. Galang,
Kab. Toli-toli, Sulawesi Tengah, 9461
Alamat sekarang : YPMI Al-Firdaus Bukit Silayur Permai Ds. Duwet
Bringin Rt. 02 Rw. 04 Ngaliyan Semarang
Kel. Wonosari, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa
Tengah, 50186.
No. Handphone : 082370528139
Email : fhajar877@gmail.com

Riwayat pendidikan:

- a. Pendidikan formal
 1. MI DDI Singga lulus tahun 2010
 2. MTS DDI Singga lulus pada tahun 2013
 3. MA Aliyah Alkhairaat Pusat Palu lulus tahun 2016
- b. Pendidikan non formal
 1. Paud Mutiaraku lulus tahun 2004
 2. TPA al-Afdal Singga lulus tahun 2008
 3. Pondok Pesantren Alkhairaat Putera Palu lulus tahun 2016

Pengalaman organisasi

1. Devisi agama PPIA (Persatuan Pemuda Islam Alkhairaat) Pusat Palu
2. Devisi Bahasa KSP3A (Keluarga Santri Pondok Pesantren Putera Alkhairaat) Pusat Palu
3. Staf Departemen P3M CSSMoRA UIN Walisongo Semarang
4. Staf Tim Hisab CSSMoRA UIN Walisongo Semarang
5. Redaktur LPM Zenith UIN Walisongo Semarang

Semarang, 25 Juni 2020

Penulis

Fajrullah

NIM: 1602046095

